

Universidade Federal de Santa Catarina
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção

**Utilização do Método de Análise Hierárquica de Processo (AHP)
para a Escolha do Modal de Transporte de Derivados de
Petróleo.**

Dissertação de Mestrado

Paulo Cezar Bayer Candal

Florianópolis

2002

Paulo Cezar Bayer Candal

**UTILIZAÇÃO DO MÉTODO DE ANÁLISE HIERÁRQUICA DE PROCESSO
(AHP) PARA A ESCOLHA DO MODAL DE TRANSPORTE DE DERIVADOS
DE PETRÓLEO**

Esta dissertação foi julgada adequada e aprovada para obtenção do título de
Mestre em Engenharia de Produção no **Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina**

Florianópolis, 28 de Novembro de 2002.

Prof. Edson Pacheco Paladini, Dr.

Coordenador do Curso

BANCA EXAMINADORA

Prof. Sérgio Ronaldo Granemann, Dr.
Orientador

Prof. Carlos Manuel Taboada Rodrigues, Ph.D.

Prof. Sérgio Fernando Mayerle, Dr.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida.

Às seguintes pessoas que me auxiliaram neste trabalho enviando as suas preferências de critérios e os seus julgamentos para a realização do estudo de caso:

Antônio de Jesus F. da Silveira;
Carlos Alberto Quintero;
Carlos Henrique Ferreira Bühring;
Gustavo A. Solon Pontes;
José Ângelo Pierre;
José Eduardo Zerbini;
Luiz Carlos Bitencourt Coelho;
Márcio Gimenez A. Bastos;
Pedro Antônio Bellizzi;
Renata P. Pereira.

Ao professor Sérgio Ronaldo Granemann pela sua paciência e pelo seu valioso auxílio.

A Petróleo Brasileiro S.A. pela oportunidade de participação em um curso desta natureza.

Aos meus pais, Joaquim e Ignez, pelo esforço e empenho para a minha formação.

A minha esposa Cleide e meus filhos Bruno e Luiza pela paciência que têm comigo.

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

CAPÍTULO I – APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

1.1 - Contextualização do Problema.....	1
1.2 - Descrição do Problema.....	4
1.3 - Objetivo do Estudo.....	6
1.4 – Justificativa.....	6
1.5 – Metodologia.....	8
1.6 – Estrutura da Dissertação.....	9
1.7 – Limitações do Trabalho.....	10

CAPÍTULO 2 – ESTRUTURA DO ABASTECIMENTO NACIONAL E CARACTERÍSTICAS DOS MODAIS

2.1. O Sistema do Abastecimento.....	11
2.2. Evolução da Legislação Brasileira na Distribuição de Combustíveis.....	13
2.3. O Sistema de Distribuição de Combustíveis.....	18
2.4 - Descrição das Características dos Modais de Transporte.....	22
2.4.1 – Rodoviário.....	22
2.4.2 – Ferroviário.....	24
2.4.3 – Hidroviário.....	25
2.4.4 – Dutoviário.....	27
2.4.5 – Multimodalidade.....	30

CAPÍTULO 3 – O PROCESSO DE DECISÃO

3.1 – Estratégias de Decisão em Transportes.....	32
3.1.1 - O Processo de Decisão – Teoria Econômica do Consumidor.....	32
3.2 - Decisão de Escolha de Modais.....	35
3.3 - Apoio Multicritério à Decisão.....	44
3.3.1 - Utilidade Multiatributo (Multiple Attribute Utility Theory – MAUT).....	45
3.3.2 - Apoio a Decisão Multi-Critérios – Multi-Criteria Decision Aid (MCDA).....	46
3.3.3 - Análise Hierárquica de Processo – Analytic Hierarchy Process (AHP).....	47
3.3.4 - MACBETH “Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique”.....	52

CAPÍTULO 4 – PROPOSIÇÃO DO AHP (ANÁLISE HIERÁRQUICA DE PROCESSO) PARA ESCOLHA MODAL

4.1 – Definição dos atributos relevantes para a tomada de decisão.....	54
4.2 – Apresentação do problema.....	61
4.2.1 – Abastecimento da Base de Goiânia.....	63
4.2.2 – Abastecimento da Base de Cuiabá.....	63
4.3 – Estrutura Hierárquica do problema.....	64
4.3.1 – Base de Goiânia.....	64
4.3.1.1 – Critérios.....	64
4.3.1.2 – Alternativas.....	65
4.3.2 – Base de Cuiabá.....	66
4.3.2.1 – Critérios.....	66
4.3.2.2 – Alternativas.....	66
4.4 – Proposição da avaliação para os tomadores de decisão.....	67
4.5 – Aplicação do Modelo.....	68
4.5.1 – Base de Goiânia.....	68
4.5.2 – Base de Cuiabá.....	69
4.6 – Análise dos Resultados.....	71

CAPÍTULO 5 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 – Conclusões.....	74
5.2 – Recomendações.....	75

BIBLIOGRAFIA.....	76
--------------------------	-----------

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81
--	-----------

ANEXO I – Pesos atribuídos nas comparações entre os Critérios e as Alternativas**ANEXO II – Desempenho das Alternativas****ANEXO III – Movimentação para as Bases de Goiânia e Cuiabá (2001)**

LISTA DE FIGURAS:

Figura 2.1 – Refinarias e oleodutos da Petrobras.....	19
Figura 2.2 – Localização das Bases de Distribuição de Combustíveis.....	21
Figura 3.1 – Exemplo de Estrutura Hierárquica de Problemas de Decisão.....	49
Figura 4.1 – Mapa da rede multimodal de transporte.....	62
Figura 4.2 – Estrutura hierárquica para a Base de Goiânia.....	65
Figura 4.3 – Estrutura hierárquica para a Base de Cuiabá.....	66

LISTA DE TABELAS:

Tabela 2.1 – Estrutura de Custos dos Modais.....	28
Tabela 2.2 - Preços relativos dos diferentes modais.....	29
Tabela 2.3 – Características operacionais de cada modal.....	29
Tabela 2.4 – Comparação da infraestrutura do sistema de transporte.....	31
Tabela 2.5 – Participação (%) dos modais na matriz de transporte (TKU).....	31
Tabela 3.1 – Escala de Julgamento de Importância do Método AHP.....	50
Tabela 4.1 – Itens relevantes na decisão de escolha modal.....	57
Tabela 4.2 – Indicação de perda na movimentação de combustíveis líquidos derivados de petróleo.....	61
Tabela 4.3 – Critérios para escolha modal.....	65
Tabela 4.4 – Alternativas para escolha modal – Base de Goiânia.....	65
Tabela 4.5 – Alternativas para escolha modal – Base de Cuiabá.....	66
Tabela 4.6 – Consolidação do Resultado obtido com o Expert Choice para a Base de Goiânia – ponderação dos critérios.....	68
Tabela 4.7 – Alternativas dominantes em cada critério – Base de Goiânia.....	68
Tabela 4.8 – Consolidação do Resultado obtido com o Expert Choice para a Base de Goiânia – escolha dos modais.....	68

Tabela 4.9 – Consolidação do Resultado obtido com o Expert Choice para a Base de Cuiabá – ponderação dos critérios.....	70
Tabela 4.10 – Alternativas dominantes em cada critério – Base de Cuiabá.....	70
Tabela 4.11 – Consolidação do Resultado obtido com o Expert Choice para a Base de Cuiabá – escolha dos modais.....	70

Tabelas do ANEXO I

Tabela A1.1 – Resumo dos pesos atribuídos na comparação entre os critérios – Base de Goiânia

Tabela A1.2 – Resumo dos pesos atribuídos na comparação das alternativas para cada critério – Base de Goiânia

Tabela A1.3 – Resumo dos pesos atribuídos na comparação entre os critérios – Base de Cuiabá

Tabela A1.4 – Resumo dos pesos atribuídos na comparação das alternativas para cada critério – Base de Cuiabá

Gráficos do Anexo II

Gráfico A2.1 – Desempenho das Alternativas – Empresa A1

Gráfico A2.2 – Desempenho das Alternativas – Empresa A2

Gráfico A2.3 – Desempenho das Alternativas – Empresa B

Gráfico A2.4 – Desempenho das Alternativas – Empresa C

Gráfico A2.5 – Desempenho das Alternativas – Empresa D

Gráfico A2.6 – Desempenho das Alternativas – Empresa E

RESUMO

Na movimentação de derivados de petróleo, diversos modais de transporte são utilizados, cada qual com características específicas, levando a diferentes custos, tempos de transferências, perdas, confiabilidade e outros aspectos ligados a níveis de serviço.

Uma das principais decisões na atividade transporte relaciona-se ao processo de escolha modal. O objetivo primordial da busca de soluções modais mais racionais é a diminuição dos custos logísticos ligados ao transporte, procurando também a melhoria do nível de serviço ao cliente.

A escolha do modal de transporte baseada em um método multicritério, poderá trazer novas informações para este processo, uma vez que irá incorporar critérios qualitativos, proporcionando uma visão mais abrangente e completa deste processo.

Este trabalho apresenta a aplicação de um método multicritério, no caso a Análise Hierárquica de Processo (AHP), para a escolha do modal de transporte de derivados de petróleo. Identificou-se, primeiramente na literatura, quais são os critérios de maior relevância para a decisão de escolha do modal de transporte e depois, com os tomadores de decisão, quais os considerados como principais neste processo. Finalmente, foi realizado um estudo de caso com aplicação do método de análise hierárquica (AHP), utilizando-se o software Expert Choice, para escolha do modal na distribuição de derivados de petróleo.

Verificou-se que o valor de frete/tarifa apresentou maior percentual de importância para a escolha do modal de transporte e que critérios ligados à performance de serviços têm menor peso na decisão final.

ABSTRACT

In moving petroleum products, some modals are used, each one with specific characteristics, leading to different costs, transportation time, losses, confiability and other aspects linked with service level.

One of the main decisions in transportation activity is related to the process of modal choice. The aim of searching a more rational modal solution is the reduction of logistic costs from transportation, while looking for improvement in customer service level.

The choice of transport mode, based on a multicriteria method could bring some new information to this process, because it will incorporate qualitative criteria, providing a wider and more complete view of this process.

This work presents an application of a multicriteria method, in this case the Analytic Hierarchy Process (AHP) to make the choice of transport mode of petroleum products. It was identified, first in literature, which the most relevant criteria to make a decision choice of transport mode were, and thus, according with the decision makers, which they considered more relevant in this process. Finally, a study case was done with the application of AHP, using the software Expert Choice, to choose the distribution mode of petroleum products.

It was verified that the criteria “value of freight/tariff” had greater importance to the final decision of transportation modal choice than those linked to service performance.

CAPÍTULO I

APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

1.1 – Contextualização do Problema

De acordo com Bowersox (1996) “O objetivo principal do transporte é o de mover produtos dos locais de origem para um destino determinado enquanto minimiza o custo de recursos. Despesas de perdas e danos também devem ser minimizadas. Ao mesmo tempo, a movimentação deve ser feita de modo a atingir as demandas dos clientes, considerando a performance de entrega e disponibilidade de informações de transporte”.

Para que o objetivo do transporte seja alcançado, uma das principais decisões na atividade transporte relaciona-se ao processo de escolha modal. Em primeiro lugar, segundo Novaes e Alvarenga (1994), o objetivo primordial da busca de soluções modais mais racionais é a diminuição dos custos logísticos ligados ao transporte. Em seguida, a melhoria do nível de serviço ao cliente constitui-se no outro objetivo do estudo de modalidades alternativas de transporte.

A maioria dos autores em logística trata da escolha modal em suas obras, relacionando alguns atributos como fundamentais para guiar o processo de decisão. Diversos são os critérios enunciados como definidores da escolha: custo da operação, tempo de trânsito, confiabilidade, capacidade, acessibilidade, segurança, perdas e danos etc (Coyle, Bardi, Langley, 1996; Novaes e Alvarenga, 1994; Ballou, 1993; Lambert, Stock e Vantine, 1998, etc).

De acordo com Coyle (1996), os custos de operações logísticas e a demanda pelo produto de uma companhia são afetados pelos altos gastos com transporte e pela qualidade dos serviços.

Ainda segundo ele, a decisão de seleção do transportador exige mais que somente avaliar os preços dos diferentes modos de transporte. Ela também deve considerar

outros custos associados às demais operações logísticas afetadas pela decisão da escolha modal. Por exemplo, o tempo de trânsito irá afetar o nível de inventário, isto é, quanto maior o tempo, maior o nível de estoque para se proteger da falta de produto até o próximo carregamento chegar. A dependência do modo de transporte e o grau de segurança na entrega também afetam os níveis de inventário.

O conhecimento dos preços do serviço de transporte pode simplificar a decisão de seleção. Entretanto, basear a seleção do modal somente em menores custos de transporte não garante a decisão de mínimo custo para toda a cadeia logística de suprimento. Então, a fase de seleção do modal de transporte usualmente envolve avaliações dos preços e níveis de serviço de modais alternativos e das combinações entre modais. A firma seleciona o modal ou conjunto de modais que ocasiona o menor custo logístico total (Coyle, 1996).

Em grande parte da literatura, observa-se que, na escolha de um determinado transportador, os itens determinantes indicados para a seleção são o custo do transportador e a performance do serviço.

A análise do custo do transporte é orientada para a avaliação de modais alternativos, uma vez que custos, quantidades mínimas, facilidades de carga/descarga, etc, irão variar de um modal para outro.

Novaes (2001), indica que com a preocupação das empresas em reduzir estoques e buscar a satisfação plena do cliente, o fator tempo passou a ser um dos elementos mais críticos do processo logístico, devido a necessidade da entrega do produto rigorosamente dentro dos prazos combinados.

Assim, tempos de trânsito confiáveis levam a uma diferenciação no serviço logístico e proporcionam vantagens competitivas no mercado, pois se a firma pode prover o cliente com um menor e mais confiável tempo de trânsito que seu competidor, o cliente pode reduzir o inventário ou o custo de falta de estoque.

O tempo de trânsito e a sua variabilidade afetam os custos de inventário e da falta de estoques. Tempos de trânsito menores resultam em menores inventários e a

maior confiabilidade provoca redução nos níveis de inventário e custos de falta de produtos. Caso não se conheça o tempo em trânsito, com certeza, a firma poderá ter que aumentar o inventário, mantendo uma quantidade maior de estoque como fator de segurança.

Para Novaes (2001), um elemento adicional, de grande importância na cadeia de suprimentos, é o fator qualidade. Mesmo o produto saindo da fábrica sem restrição de qualidade e sendo deslocado corretamente desde a origem até o destino, dentro dos prazos preestabelecidos, pode ficar faltando a qualidade associada à operação logística.

Capacidade e acessibilidade determinam se um transportador pode fisicamente efetuar o serviço de transporte desejado. Capacidade refere-se à habilidade de providenciar os equipamentos e facilidades requeridos. Já a acessibilidade refere-se à habilidade em providenciar o serviço na rota em questão.

Por outro lado, a segurança relaciona-se à chegada dos bens nas mesmas condições que eles foram entregues ao transportador. Embora o transportador seja responsável por todas as perdas e danos, as firmas incorrem em custos adicionais quando ocorrem perdas ou danos porque os bens não estão disponíveis para venda ou uso no momento requerido. Para se prevenir, a firma precisará aumentar os níveis de inventário, aumentando em conseqüência os custos.

De acordo com Novaes (2001), o grau de periculosidade da carga, principalmente no caso de combustíveis, tem implicações severas na distribuição de produtos, influenciando na escolha de rotas de mínimo risco.

Muitos outros autores têm dedicado tempo e trabalho na elaboração de modelos e ferramentas que possam dar ao tomador de decisão instrumentos para uma escolha mais racional da modalidade de transporte.

Assim, podem ser citados os trabalhos de Massler e Strambi (1999); Schluter e Senna (1999); Alvim e Novaes (1995); Senna, Lindau e Azambuja (1995) etc. Todas estas pesquisas baseiam-se na teoria econômica do consumidor, que

associa ao indivíduo ou tomador de decisão, um conjunto de necessidades básicas. O indivíduo orienta-se por uma função de utilidade e, procura maximizar sua utilidade, escolhendo dentre várias alternativas possíveis aquela cujos atributos ou critérios lhe propiciam o maior nível relativo de satisfação. Estes trabalhos utilizam, em grande parte das aplicações, modelos comportamentais do tipo Logit Multinomial.

Um dos métodos que ganham importância nos processos de escolha de alternativas, são os chamados multicritérios. A distinção entre esses métodos e as metodologias tradicionais de avaliação se dá, basicamente, no grau de incorporabilidade dos valores do decisor nos modelos de avaliação. Busca-se construir modelos que legitimem a elaboração de juízos de valores, juízos estes necessariamente subjetivos, onde os modelos são a estrutura de valores dos decisores associados a cada critério. O problema fundamental da decisão multicritério é associar a relação de preferências (subjetivas) entre os vários critérios no processo de decisão. Estes métodos permitem a utilização de critérios quantitativos (mensuráveis monetariamente) e critérios mais abstratos, qualitativos, tais como: flexibilidade, conforto, segurança, imagem da empresa, etc..

Dentre os diversos métodos multicritérios existentes, como por exemplo, o Multiple Attribute Utility Theory (MAUT), o Multi-Criteria Decision Aid (MCDA), o Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique (MACBETH) e o Analytic Hierarchy Process (AHP), pretende-se utilizar o AHP, o qual permite a agregação de variáveis quantitativas e qualitativas em problemas de decisão. Essa característica de tratamento das variáveis qualitativas, que se constitui em critérios intangíveis, por incorporar as preferências e valores dos decisores, é que orienta este trabalho para a utilização desse método.

1.2 – Descrição do problema

A movimentação de derivados de petróleo utiliza diversos modais de transporte, isolados ou combinados, cada qual com características específicas quanto a instalações de armazenamento, carregamento e transporte propriamente dito,

levando a diferentes custos, tempos de transferências, perdas, confiabilidade e outros aspectos ligados ao meio ambiente.

A escolha do modal a ser utilizado na transferência de produtos desde a fonte supridora até as bases de distribuição e daí ao consumidor final, vem sofrendo alterações. Em função da quebra do monopólio e desregulamentação do setor petróleo, foi promovida a passagem de um ambiente com valores de fretes regulamentados, no qual a Petrobras era a detentora do monopólio da produção de derivados e dos terminais e dutos para seu armazenamento e transporte, para outro onde será possível a importação de produtos acabados e utilização das instalações da Petrobras por outras companhias, chamado de Livre Acesso.

Além da desqualização dos preços dos combustíveis, os processos de concessões de todas as superintendências da Rede Ferroviária Federal S/A (RFFSA) e das Ferrovias Paulistas S/A (FEPASA) e a implantação de dutovias, transformaram de maneira significativa a logística de transporte na movimentação de derivados de petróleo e álcool.

Estudos realizados para definição de implantação de novos dutos, quando a Petrobras era a detentora do monopólio e a estrutura previa ressarcimento de fretes, mostravam que o critério adotado consistia em avaliar somente o menor custo de transporte entre os pontos de origem e destino do produto.

Recentemente, os estudos de planejamento na Petrobras visando à substituição de modais de transporte de derivados de petróleo, rodoviário ou ferroviário pelo dutoviário, estão passando a incorporar outros custos da cadeia de suprimento, como por exemplo os custos com estoques em trânsito, na origem e no destino.

No entanto, além destes itens de custos (quantitativos) que podem ser facilmente equacionados, pode-se observar que existem outros aspectos ligados à performance dos serviços (qualitativos), que se mostram de difícil valoração. Na abordagem deste tipo de problema, a utilização dos métodos multicritérios se mostra adequada e dentre eles, pode-se citar o AHP, que vem sendo aplicado para

uma grande variedade de áreas para tomada de decisão (Hill e Nydick, 1992 e Pereira, 1999).

Assim, levanta-se o seguinte questionamento: A escolha do modal baseada na análise hierárquica de processos – AHP, um método multicritério, poderia tornar mais racional e amplo o processo de escolha em função deste novo ambiente concorrencial e se constituir numa alternativa aos métodos tradicionais de escolha modal baseados na teoria econômica do consumidor?

1.3 – Objetivo do estudo

- Objetivo principal do trabalho;
 - Utilizar o método de análise hierárquica de processos (AHP) no auxílio à escolha do modal de transporte para derivados de petróleo.
- Objetivos específicos.
 - Determinar quais são os principais critérios e seus pesos na escolha do modal de transporte para derivados de petróleo.
 - Hierarquizar alternativas modais de transporte de derivados de petróleo em função das preferências dos tomadores de decisão.

1.4 – Justificativa

Conceitualmente, a logística da companhia é uma série de pontos fixos onde os bens ficam repousando e *links* de transporte. Os *links* de transporte permitem que os bens fluam entre os vários pontos fixos e fazem a ponte entre vendedor-comprador (Coyle, 1996).

A logística envolve a movimentação de produtos do ponto de origem para o ponto de consumo. Um produto produzido em um ponto tem muito pouco valor para o

cliente potencial, a menos que seja levado para o ponto onde será consumido (Lambert, 1993). Transporte é a ligação física conectando as operações da companhia dispersadas geograficamente. O conhecimento do sistema de transporte é fundamental para uma operação eficiente e econômica da função logística da companhia (Coyle, 1996).

Mais especificamente, o transporte adiciona valor para a companhia criando utilidades de tempo e lugar; o valor adicionado é a movimentação física dos bens ao local e tempo desejados (Coyle, 1996). Assim, se um produto não estiver disponível na data exata em que se precisar dele, poderão haver repercussões dispendiosas, tais como vendas perdidas, insatisfação do cliente e parada de produção (Ballou, 1993).

À medida que a cadeia de suprimento torna-se mais longa, a função transporte está conectando compradores e vendedores separados por grandes distâncias (Coyle, 1996). Ao realizar isso, aumenta o nível geral de satisfação do cliente, porque este passa a ter acesso mais facilitado aos produtos (Lambert, 1993).

Quanto maior a distância que separa a empresa do mercado, incorre-se em maiores custos de transporte. Adicionalmente, este aumento de distância requer mais tempo de transporte, gerando necessidade de maiores inventários e resultando em maiores custos de estocagem (Coyle, 1996).

Desta forma, o objetivo principal do transporte é de mover o produto de um local de origem para um determinado destino, enquanto minimiza custos dos recursos temporais (o produto está inacessível durante o processo de transporte, comumente referido como inventário em trânsito), financeiros (são necessários gastos internos para frotas privadas e gastos externos com frotas contratadas) e ambientais (diretamente, pois o transporte é um grande consumidor de energia e indiretamente através de congestionamentos, poluição do ar e sonora). Gastos com perdas e danos também devem ser minimizados. (Bowersox, 1996).

Segundo Ballou (1993), um melhor sistema de transporte contribui para:

- (1) Aumentar a competição no mercado. Com melhores serviços de transporte, os custos de produtos postos em mercados mais distantes podem ser competitivos com aqueles de outros produtos que vendem nos mesmos mercados. Além de encorajar a concorrência direta, transporte mais barato também incentiva uma forma indireta de competição, pois torna disponíveis ao mercado bens que normalmente não viriam.
- (2) Garantir a economia de escala na produção. Um segundo efeito importante do transporte barato para os negócios é que mercados mais amplos permitem economias de escala na produção.
- (3) Reduzir preços das mercadorias. Transporte barato também contribui para reduzir o preço dos produtos. Isto acontece porque, além de sua influência no aumento da competição no mercado, o transporte é um dos componentes de custo que, juntamente com os custos de produção, vendas e outros, compõe o custo agregado do produto.

Como visto anteriormente, a fase de seleção do modal de transporte envolve avaliações de preços e níveis de serviços, buscando-se sempre o modal que ocasione o menor custo logístico total. No entanto, existem aspectos, como confiabilidade e consistência nos serviços, difíceis de serem quantificados através de um custo e que também podem influenciar na tomada de decisão.

Presume-se, então, que a escolha do modal de transporte baseada em um método multicritério, trará novas informações para o processo de escolha, uma vez que irá incorporar critérios qualitativos, proporcionando uma visão mais abrangente e completa do processo.

1.5 – Metodologia

A metodologia a ser seguida na dissertação será:

- Pesquisa bibliográfica para mapear estado da arte dos métodos de escolha do modal de transporte.
- Aplicação de questionário com técnicos e tomadores de decisão da Petrobrás e de outras empresas que atuam na distribuição de derivados de petróleo, para levantar os principais critérios que norteiam a tomada de decisão para escolha do modal.
- Estudo de caso com aplicação do método de análise hierárquica (AHP), utilizando-se o software Expert Choice (1994), para escolha do modal em mercados de distribuição de petróleo. A aplicação do método será feita com os mesmos tomadores de decisão que indicaram os critérios mais relevantes para a escolha do modal.
- Análise comparativa dos resultados gerados pelo modelo proposto.

1.6 – Estrutura da Dissertação

A dissertação está estruturada da seguinte forma:

No primeiro capítulo é feita uma introdução ao problema do transporte na logística e na escolha modal, é ressaltada a sua importância na distribuição de derivados de petróleo e apresentada a justificativa do estudo.

No segundo capítulo é apresentada a caracterização do sistema de abastecimento e da legislação do transporte de derivados de petróleo no Brasil, bem como é realizado um levantamento bibliográfico acerca da caracterização dos modais de transporte.

No terceiro capítulo são abordados, os princípios do processo da decisão, os principais aspectos de escolha modal e dos métodos multicritérios.

No quarto capítulo, apresenta-se o processo de definição dos atributos relevantes para a escolha modal e um estudo de caso com a aplicação do método da metodologia AHP.

No quinto capítulo é apresentada a conclusão do trabalho.

1.7 – Limitações do Trabalho

O trabalho se propõe a utilizar o AHP para a análise e escolha do modal de transporte de derivados de petróleo entre duas bases de distribuição, considerando que a forma de suprimento à base de origem do produto já tenha sido previamente definida. Ele não considera todo o processo de cadeia logística de refino e distribuição. Neste caso, teríamos a utilização de outros métodos para busca da solução ótima, como por exemplo, a programação linear.

A metodologia do AHP propõe que, havendo discordância nos julgamentos das pessoas envolvidas na análise, sejam realizadas reuniões para busca de consenso. Este procedimento deveria ser adotado no presente trabalho, caso todos os participantes pertencessem à mesma empresa. No entanto, como foram consultadas pessoas de cinco empresas diferentes, a reunião não foi realizada. O estudo busca a indicação dos critérios mais relevantes e a importância deles para a escolha do modal de transporte e os resultados obtidos mostram as preferências de cada pessoa isoladamente.

CAPÍTULO 2

ESTRUTURA DO ABASTECIMENTO NACIONAL E CARACTERÍSTICAS DOS MODAIS

2.1 – O sistema de abastecimento

No abastecimento nacional de petróleo e derivados, o sistema de transporte se estruturou em função das características formadas pelas posições relativas das regiões de produção de óleo, das refinarias e dos pólos de suprimento dos mercados consumidores de derivados.

Também foram consideradas as quantidades a movimentar, as peculiaridades das rotas que unem os pontos de carregamento e de descarga e as particularidades desses mesmos pontos em relação aos meios de transporte que poderiam ser utilizados.

O planejamento do abastecimento nacional, cabia ao antigo Conselho Nacional do Petróleo (CNP), estabelecida pelo Decreto-Lei nº 395, de 29 de abril de 1938, e pelo Decreto-Lei nº 538, de julho do mesmo ano. Até mesmo os preços de venda dos produtos refinados – importados em estado final ou elaborados no País – estavam sujeitos, segundo os mesmos decretos-leis, ao regime de controle de preços do CNP.

Seguindo uma filosofia de defesa dos interesses da economia nacional, através da minimização das desigualdades econômicas regionais, o Conselho Nacional do Petróleo (CNP) resolveu fazer com que os preços dos derivados brasileiros fossem os mesmos em todo o País. Em decorrência dessa decisão, as despesas ocorridas nas transferências marítimas por cabotagem eram integralmente ressarcidas pelo chamado “fundo de fretes”, gerido pelo próprio CNP (Cadernos Petrobras, 1983).

Do mesmo modo, procurando regular o problema de abastecimento de derivados de petróleo, o CNP, pela Resolução nº 5/58, dividiu o território brasileiro em regiões e zonas de consumo.

Região de consumo é a parte da área geográfica do país cujo abastecimento é assegurado por uma base primária, podendo compreender uma ou mais zonas de consumo (Geipot, 1998).

Zona de consumo é a parte da região de consumo atendida por uma base secundária, no caso de a região de consumo abranger mais de uma dessas zonas, e também por uma base primária, se a zona de consumo se identificar com a região de consumo (Geipot, 1998).

No entanto, o desenvolvimento nacional requereu uma reformulação do problema, para melhor atender as necessidades de abastecimento do País, uma vez que as regiões e as zonas de consumo variavam à medida que surgiam novas bases, ou mesmo bases eram desativadas. Partiu-se então para um esquema de delimitação das áreas de influência de cada refinaria, embora seja difícil fixar seus limites com precisão, pois as condições de produção de cada uma não coincidem rigorosamente com a estrutura dos mercados consumidores mais próximos, que deveriam constituir a área de absorção de sua produção (Cadernos Petrobras, 1983).

O sistema de abastecimento e distribuição de derivados esteve submetido a diretrizes e políticas do governo pelos antigos Conselho Nacional de Petróleo (CNP) e Departamento Nacional de Combustíveis (DNC), hoje Agência Nacional de Petróleo (ANP). Assim, a comercialização interna de derivados de petróleo se realiza normalmente do seguinte modo: das refinarias para as bases primárias, dessas para as bases secundárias e daí para as unidades finais de consumo (Geipot, 1998).

A movimentação entre as refinarias e as bases primárias é realizada pela Petrobras, utilizando basicamente a dutovia e o transporte marítimo como meios de escoamento. A partir das bases primárias até o consumidor final, a

responsabilidade é das companhias distribuidoras. Nesta etapa, a rodovia e a ferrovia são os modais mais utilizados, à exceção da Região Norte, onde predomina o transporte hidroviário (Geipot, 1998).

2.2 – Evolução da legislação Brasileira na distribuição de combustíveis

Por muitos anos, o transporte de combustíveis no Brasil foi controlado pelo CNP (e posteriormente pelo DNC), que definia os modais utilizados e as tarifas. A ordem de prioridade de uso seguia o menor dispêndio de combustível para a tarefa, baseada no princípio de “não gastar petróleo para transportar petróleo”. Assim, o modal dutoviário tinha preferência, seguido pela navegação (de cabotagem e fluvial), modal ferroviário e por fim o modal rodoviário, utilizado apenas quando não havia capacidade e/ou disponibilidade de outro modal. As tarifas, definidas pelo governo, eram generosas – as ferrovias tinham a maior receita por tku (tonelada útil por quilômetro) com o transporte de combustíveis e esta tarifa era de 70% do valor pago para o frete rodoviário (Gazeta Mercantil, 1999).

Até meados de 1991, os preços dos combustíveis eram os mesmos em todo o território nacional, independentemente do local onde houvesse o consumo. O objetivo deste preço padronizado era reduzir as diferenças de desenvolvimento regional. As diferenças de preços eram cobertas por um fundo chamado Frete de Unificação de Preços - FUP.

Tal situação acarretava distorções de diversos tipos, uma vez que sendo esses fretes ressarcidos, não havia o compromisso de busca de menores custos na transferência e distribuição de combustíveis e esses custos mais elevados de distribuição acabavam sempre sendo debitados na conta do consumidor. Este procedimento também acarretava altos índices de fraudes já que distribuidores apresentavam ao antigo DNC notas fiscais referentes a entregas à bases e postos em municípios muito distantes, sendo ressarcidos por este valor, quando na verdade entregavam o produto em regiões vizinhas onde tinham feito o seu carregamento.

Observa-se então que os modais de transporte para o atendimento de cada base eram definidos pelo antigo CNP, não havendo competição entre eles, sendo que o limite de atuação entre duas bases era determinado pela metade da distância entre elas. Desta forma, um ponto deveria ser atendido pela base mais próxima. Este raciocínio produzia distorções pois obrigava a distribuidora a levar o combustível até uma base e trazê-lo de volta até um posto que se situe na metade da distância, que não é necessariamente o limite econômico entre duas áreas de influência.

Para reduzir estas distorções, foi implantada uma política de desregulamentação que, em uma primeira fase, significou estabelecer um preço diferenciado por regiões e valores de fretes proporcionais à distância percorrida. Os preços dos combustíveis poderiam variar até um limite máximo publicado no diário oficial, podendo ser dado um desconto de acordo com o interesse do posto e da distribuidora.

Com o fim do preço único e início da liberalização do mercado, as distribuidoras de combustível ganharam maior liberdade para contratar o transporte por conta própria. A Petrobras, dona de toda a rede de dutos do País, começou a perder mercado para os transportes rodoviário e ferroviário, que passaram a oferecer preços menores para as empresas distribuidoras de combustíveis. A privatização das ferrovias contribuiu para acirrar essa disputa, pois os novos concessionários têm maior liberdade nas suas políticas comerciais e grande interesse em capturar uma parte maior desse mercado. O transporte de derivados de petróleo e álcool em dutos da Petrobras é considerado um dos mais caros do mundo, segundo especialistas do setor (Gazeta Mercantil, 1999).

As leis que regulamentam este segmento estão sendo atualizadas. Com a Lei 9.478, o transporte de petróleo, derivados e gás natural poderá ser autorizado pela ANP para qualquer empresa que atenda os requisitos legais, seja para suprimento interno ou para importação e exportação. O programa de desregulamentação visa criar as condições necessárias para por em prática um mercado de livre concorrência, a fim de aumentar a competitividade entre as empresas.

Silveira (2002) aponta que a desregulamentação do setor de abastecimento de combustíveis no Brasil, iniciada na década de 90 e culminando com a abertura total do mercado em 1º de janeiro de 2002 contemplou, entre outros, a liberação de preços, margens e fretes em toda cadeia produtiva. Ela indica também que medidas foram adotadas para eliminar as distorções presentes no mercado, geradas pela existência de subsídios cruzados e ressarcimento de despesas de distribuição e transporte, de forma a permitir a equalização entre o produto nacional e importado, e conseqüentemente o desenvolvimento de um mercado competitivo. Esse processo foi motivado fundamentalmente pela busca do aumento de eficiência dos setores e ampliação das atividades, através de novos investimentos, sendo eles privado ou público.

Como visto, a partir do início dos anos 90, iniciou-se um gradual processo de desregulamentação, com a flexibilização do regime de controle de preços dos combustíveis, particularmente no segmento de comercialização do produto. Diversas ações começaram a serem adotadas na esfera governamental em relação ao preço dos combustíveis, visando a introdução de maior pressão competitiva no mercado de abastecimento de combustíveis. As margens de distribuição e revenda que até então eram fixadas, passaram a serem liberadas.

No que concerne aos combustíveis em questão, a desregulamentação inicia-se em 1996, com a edição da Portaria MF nº 59, de 29 de março de 1996 que liberou os preços de venda das distribuidoras e dos revendedores para a gasolina e o álcool hidratado em praticamente todo território nacional, a exceção de alguns municípios da região norte supridos pelo modal fluvial. Ainda no mesmo ano, houve a liberação dos fretes e das margens de distribuição e revenda do GLP, mantendo-se fixado o preço máximo ao consumidor. (Portaria, MF/MME nº 195, de 1 de agosto de 1996).

Em 16 de dezembro de 1996, mediante edição da Portaria MF/MME n.º 292/96, a liberação dos preços da gasolina foi estendida aos estados do Tocantins, Mato Grosso, Rondônia, Amazonas e Pará.

Dando continuidade ao processo, a Lei n.º 9.478/97, de 6 de agosto de 1997, criou o Conselho Nacional de Política Energética – CNPE, responsável por estabelecer as diretrizes da política energética nacional, e a Agência Nacional do Petróleo – ANP, órgão regulador da indústria do petróleo, vinculado ao MME. Dentre suas atribuições, a ANP incorporou as funções exercidas pelo Departamento Nacional de Combustíveis (DNC).

Segundo Silveira (2002), buscou-se com isto a introdução de um ambiente mais competitivo e a inserção da indústria do petróleo brasileira no cenário internacional. O Estado como figura de operador e proprietário de ativos no setor produtivo cedeu lugar ao Estado regulador, responsável por assegurar a liberdade dos agentes privados em busca de eficiência, progresso e qualidade de serviço, além de proteger os consumidores contra abusos de poder de mercado.

A Lei n.º 9.478/97 previu que durante o período de transição, os reajustes e revisões dos preços dos derivados básicos de petróleo e gás natural, praticados pelas refinarias e pelas unidades de processamento, estariam sob as diretrizes dos Ministros da Fazenda – MF e de Minas e Energia – MME. As medidas que foram tomadas durante esse período de transição, entre outras, liberação dos preços e eliminação gradual dos subsídios existentes nos derivados de petróleo, buscavam criar condições para assegurar o aumento das alternativas de oferta de suprimento de derivados no mercado interno e ampliar as opções de acesso dos consumidores a novas fontes de suprimento, tanto internas como externas ao país (Silveira, 2002).

O início do processo de abertura econômica e alinhamento dos preços nacionais ao mercado internacional, foi marcado pela edição da Portaria MF/MME n.º 3, de 27 de julho de 1998, que revogou a sistemática até então existente de formação de preços dos derivados, e estabeleceu uma nova estrutura de preço do petróleo e os derivados no país.

Nesta nova estrutura, o preço de realização de cada derivado passou a variar mensalmente, em função dos seus preços no mercado internacional. Esse preço era atualizado todo dia primeiro do mês, de acordo com a variação cambial e com

as cotações dos produtos nos mercados de *US Gulf*, com exceção do GLP, que segue o mercado de *Mont Belvieu*.

A Portaria MF/MME n.º 3/98 substituiu, ainda, a FUP por uma nova parcela, a Parcela de Preço Específica (PPE), cujo valor para cada derivado seria atualizado no primeiro dia de cada mês.

Em continuidade ao processo de desregulamentação dos preços dos derivados, em novembro de 1998, o preço ao consumidor do GLP foi liberado nas regiões Sul e Sudeste. Em março de 1999, os preços ao consumidor da gasolina e do álcool hidratado foram liberados em todo o território nacional.

A Portaria MF/MME n.º 125/01, de 03 de maio de 2001, liberou o preço do GLP às demais regiões do país e a Portaria MF/MME n.º 240, de 27 de julho de 2001, liberou o preço ao consumidor final do óleo diesel.

Findo o processo de liberalização de preços de distribuição e revenda, restava a aprovação da Proposta à Emenda Constitucional (PEC) n.º 42 para a criação da Contribuição da Intervenção no Domínio Econômico (CIDE).

Silveira (2002), indica que até a introdução da CIDE, que incide sobre a importação e a comercialização de petróleo e combustíveis, o país possuía um sistema de preços e subsídios cruzados para derivados, onde a PPE, incidia sobre os preços dos derivados nas refinarias, sendo recolhida unicamente pela Petrobrás. A PPE possuía valor positivo para a gasolina, negativo para o GLP e, ora positivo, ora negativo para o diesel, no entanto, ambos muito próximos a zero.

As distorções causadas pela PPE inviabilizavam a importação de combustíveis. Com a PPE negativa para o GLP, o preço interno deste derivado nas refinarias era subsidiado, eliminando a competitividade do produto importado. Por outro lado, com a PPE positiva sobre a gasolina, a liberação da importação poderia ter acarretado problemas relacionados ao parque de refino nacional. Tendo seu preço interno onerado pela cobrança da PPE para subsidiar outros derivados e ressarcir

despesas diversas, a competitividade do produto produzido no país ficava reduzida frente ao preço da gasolina vigente no mercado internacional (Silveira, 2002).

A aprovação da PEC e a regulamentação da CIDE foram o último passo para a criação de condições ao livre mercado.

Após a vigência da Lei 9478, criando-se condições de maior competitividade entre modais de transporte, produzindo na prática a redução dos fretes e tarifas praticadas, tem-se observado uma mudança na forma de abastecimento de derivados no País. A escolha do modal de transporte, antes como imposição do órgão regulador, passa a ser uma tarefa de grande importância para se tornar competitivo neste mercado de distribuição de combustíveis.

2.3 – O sistema de distribuição de combustíveis

Em relação ao refino de petróleo, atualmente encontram-se em operação no Brasil 14 refinarias. Elas somam uma capacidade nominal de refino de 1,9 milhões de barris/dia.

A região Sudeste detém cerca de 63% da capacidade de refino instalada no país. Somente a REPLAN, refinaria de maior porte do Brasil, detém 18,4% da capacidade total, 56,0 mil m³/d.

Das refinarias nacionais, 12 pertencem à Petrobras e duas são privadas – Manguinhos, pertencente à Repsol-YPF, e Ipiranga, pertencente ao Grupo Ipiranga. Dentre as refinarias da Petrobras, a Superintendência de Industrialização do Xisto – SIX, processa somente xisto em pedra, produzindo derivados líquidos e gasosos.

Quanto à infra-estrutura de transporte dutoviário brasileira, em 2001, somaram 568 dutos destinados à movimentação de petróleo, derivados, gás natural e outros produtos. Estes dutos somaram 15,2 mil km de extensão, divididos em 9,9 mil km para transporte e 5,3 mil km para transferência. Com extensão de 7,7 mil km, 78

dutos destinavam-se à movimentação de gás natural; 405 dutos, com extensão de 5,5 mil km, à movimentação de derivados; 28 dutos, com extensão de 2,0 mil km, à movimentação de petróleo; e os 57 dutos restantes à movimentação de outros produtos, como álcool, solvente e outros de menor importância (ANP, 2002).

A figura 2.1 a seguir apresenta de forma simplificada a localização das refinarias da Petrobras e os principais oleodutos operados pela Transpetro.

Figura 2.1 – Refinarias e oleodutos da Petrobras



Fonte: Transpetro

De acordo com a ANP (2002), em 2001, o Brasil contava com uma infra-estrutura de distribuição de combustíveis composta por 322 bases (este número inclui o conjunto de bases das companhias pertencentes ao Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e de Lubrificantes - SINDICOM e de

todas as outras que não estão ligadas a este Sindicato), das quais 131 (40,7%) situavam-se na Região Sudeste, 56 (17,4%) na Região Sul, 47 (14,6%) na Região Nordeste, 46 (14,3%) na Região Norte e 42 (13,0%) na Região Centro-Oeste. Por Unidade da Federação, destacaram-se São Paulo, com 85 bases, Paraná, com 34, Rio de Janeiro e Mato Grosso, ambos com 21, Minas Gerais, com 20 e Pará, com 19.

Ao final do ano 2001, foram verificados 32.697 postos cadastrados na ANP, registro este 12,3% superior ao observado no ano anterior. Deste número, 47,1% encontravam-se na Região Sudeste, 21,0% na Região Sul, 16,7% na Região Nordeste, 9,8% na Região Centro-Oeste e 5,5% na Região Norte. Ou seja, 84,8% dos postos revendedores localizavam-se nas Regiões Sudeste, Sul e Nordeste do país em 2001. Por Unidade da Federação, São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Rio Grande do Sul concentravam 54,6% dos postos, sendo 26,1% do total nacional no primeiro Estado.

Em âmbito nacional, 65,3% da revenda de combustíveis estão nas mãos de 5 das 142 bandeiras atuantes: BR (21,1%), Ipiranga (16,1%), Texaco (9,9%), Shell (9,6%) e Esso (8,6%). Os postos revendedores que operam com Bandeira Branca tiveram a sua participação no total de postos revendedores ampliada de 8,2% em 2000 para 18,1% em 2001. O abastecimento dos 16,6% restantes foi efetuado por 136 outras distribuidoras.

No ano 2001, as vendas das distribuidoras de derivados de petróleo no mercado nacional atingiram 84,6 milhões m³ (1,3 milhão bep/d). Em termos da participação por derivado, o óleo diesel representou 43,5% das vendas totais de derivados de petróleo, enquanto a gasolina C representou 25,9%, o GLP, 15,0%, o óleo combustível, 10,7%, e os outros derivados (QAV, gasolina de aviação e querosene iluminante) responderam pelos 4,9% restantes deste mercado.

O mercado de óleo diesel foi atendido por 169 distribuidoras, sendo que as cinco empresas líderes em vendas detiveram 75,0% do mercado: BR (26,3%), Ipiranga (19,5%), Shell (10,8%), Texaco (10,2%) e Esso (8,2%).

Assim como no caso do óleo diesel, o mercado de distribuição de gasolina C mostrou-se bastante concentrado em 2001, com cinco distribuidoras detendo 67,4% do mercado: BR (20,0%), Ipiranga (15,2%), Esso (12,5%), Shell (11,3%) e Texaco (8,4%). O restante do mercado pulverizou-se por outras 159 distribuidoras.

A Figura 2.2 a seguir apresenta o mapa do Brasil indicando as cidades onde estão localizadas as Bases de Distribuição das companhias que pertencem ao SINDICOM, mostrando os modais utilizados para seu abastecimento. As companhias pertencentes a este Sindicato detêm 75% do mercado de distribuição de combustíveis automotivos.

Figura 2.2 – Localização das Bases de Distribuição de Combustíveis



Fonte: Sindicom (2002)

2.4 – Descrição das características dos modais de transporte

Para o transporte de derivados de petróleo são utilizados, tradicionalmente, os seguintes modais: rodoviário, ferroviário, hidroviário e dutoviário.

A seguir serão apresentadas as características principais de cada um destes modais para o transporte de cargas, onde se pode incluir o transporte de derivados de petróleo, respeitando as suas particularidades:

2.4.1 – Rodoviário.

Geralmente o transporte rodoviário compete com o ferroviário em grandes cargas. Para Lambert, (1993), os transportadores rodoviários são mais flexíveis e versáteis do que as outras modalidades. Essa flexibilidade é possível devido a rede de estradas, possibilitando, desta forma, a oferta de serviço ponto-a-ponto entre praticamente qualquer combinação de origem-destino. Os transportadores rodoviários são versáteis, pois podem transportar produtos de tamanhos e pesos variados em qualquer distância.

Ainda segundo ele, o transporte rodoviário oferece ao cliente um serviço rápido e confiável com poucas perdas ou danos em trânsito. Os transportadores rodoviários geralmente proporcionam um serviço muito mais rápido do que as ferrovias.

Como exemplo, no caso específico do transporte de derivados de petróleo no Brasil, podemos citar os trechos que ligam a refinaria de Paulínia (REPLAN) até as Bases de Distribuição de Goiânia (GO) e Campo Grande (MS), em torno de 800 km, onde o processo de carregamento, percurso e descarregamento leva em torno de 120 horas para o transporte ferroviário contra cerca de 40 horas para o rodoviário.

Segundo Lambert (1993), os índices de perdas e danos no transporte rodoviário são substancialmente menores do que na maioria dos carregamentos ferroviários. Da mesma forma, nenhuma outra modalidade de transporte proporciona a cobertura de mercado oferecida pelo transporte rodoviário.

Para Ballou (1993), o transporte rodoviário difere do ferroviário, pois serve rotas de curta distância para produtos acabados ou semi-acabados. Serviços rodoviários e ferroviários mostram diferenças razoáveis, mesmo que normalmente compitam pelos mesmos produtos. Caminhões são capazes de manipular menor variedade de cargas e oferecem entrega razoavelmente mais rápida e confiável de cargas parceladas. O operador rodoviário necessita preencher apenas um veículo antes de despachar a carga, enquanto a ferrovia deve lotar um trem. Conseqüentemente, o modo rodoviário é mais competitivo no mercado de pequenas cargas.

Bowersox (1996) afirma que, em comparação com a ferrovia, os transportadores rodoviários têm relativamente pequenos custos de investimentos fixos em facilidades de terminal e operam em rodovias públicas. O custo variável por km para o transportador rodoviário é alto porque necessita de uma unidade de força e motorista para cada reboque.

Em relação aos custos desta modalidade, Lima (2001) indica que todos os custos que ocorrem de maneira independente ao deslocamento do caminhão são considerados fixos e os custos que variam de acordo com a distância percorrida são considerados variáveis. Ele caracteriza como itens de custo fixo: depreciação; remuneração do capital; pessoal (motorista); custos administrativos; seguro do veículo; IPVA/ seguro obrigatório e itens de custo variável: pneus; combustível; lubrificantes; lavagem; lubrificação, manutenção e pedágio.

Bowersox (1996), indica que, segmentando o transporte rodoviário em custos fixos e custos variáveis resulta numa estrutura com custos fixos baixos e variáveis altos. Em comparação com o transporte ferroviário, o rodoviário é mais apropriado para manipular pequenos carregamentos movimentando-se em pequenas distâncias.

Lima (2001) comenta também que no Brasil, em virtude do alto grau de pulverização do setor de transporte de carga rodoviário, facilitando a entrada de competidores no setor, acaba repercutindo no aumento da oferta de serviços de transporte rodoviário e assim a concorrência faz com que os preços sejam reduzidos ao máximo possível, chegando muitas vezes a valores inferiores ao seu preço de custo.

Fleury (2002), indica que enquanto que para os modais aéreo, dutoviário e rodoviário, os preços no Brasil são superiores aos dos Estados Unidos, o mesmo não se verifica com o rodoviário. No Brasil, o preço é cerca de um terço do praticado nos EUA. Na tabela 2.2, pode-se observar a comparação feita, onde apresenta o custo de US\$ 19/1.000 ton km para o Brasil e US\$ 56/1.000 ton km para os EUA. Isto indica que o preço do rodoviário está exageradamente baixo, o que faz com que haja uma grande preferência pelo seu uso no país.

Lima (2001), indica que, para viabilizar a operação nesse mercado, com preços abaixo do custo, as transportadoras subcontratam o serviço de motoristas autônomos, os agregados. Esses por sua vez trabalham cobrindo apenas os custos variáveis mais imediatos, sem se dar conta que um dia terão que repor o veículo e que ainda deveriam ser remunerados pelo seu investimento. O resultado disso é uma frota com idade média superior a 15 anos e muitas vezes trafegando sem condições de uso.

2.4.2 – Ferroviário.

Para Lambert (1993), o transporte ferroviário não tem a versatilidade e flexibilidade dos transportadores rodoviários, porque está limitado a instalações fixas de trilhos. Em consequência, as ferrovias, oferecem, para a maioria dos embarcadores, serviço terminal-a-terminal em vez de ponto-a-ponto (a não ser que os embarcadores tenham um ramal até suas instalações).

A operação da ferrovia incorre em altos custos fixos por causa dos equipamentos dispendiosos, trilhos, parques de manobras e terminais. Entretanto, apresenta relativamente baixo custo variável de operação (Bowersox, 1996).

De acordo com Lambert (1993), o transporte ferroviário geralmente custa menos (na base do peso) do que o transporte rodoviário e em algumas rotas e mercados, os transportadores rodoviários apresentam preços competitivos com a ferrovia. Quanto a índices de perdas e danos, para Lambert (1993), em muitos carregamentos, a ferrovia não se compara favoravelmente a outros meios. Também tem desvantagens quanto a tempo em trânsito e frequência do serviço.

Se um embarcador tem necessidades rígidas de chegada e partida, as ferrovias ficam em desvantagem competitiva em comparação ao transporte rodoviário.

Lambert (1993) também indica que uma área adicional em que as ferrovias sofrem em comparação com os transportadores rodoviários é a disponibilidade de equipamento. As linhas ferroviárias usam os vagões uma das outras, e às vezes o equipamento não está disponível onde é necessário. Os vagões podem não estar disponíveis porque estão sendo carregados, descarregados, em manobras nos pátios ou sendo consertados. Outros vagões podem ainda estar parados, ociosos, dentro da rede ferroviária.

A indicação de Ballou (1993) é que a ferrovia é basicamente um transportador lento de matérias-primas ou manufaturados de baixo valor para longas distâncias.

A rede ferroviária brasileira não é tão extensa quanto a rede rodoviária. De acordo com o Geipot (1999), a extensão total das ferrovias no Brasil em 1998 era de 28.168 km, enquanto que a malha rodoviária compreendia, em 1997, 1.658.677 km, sendo que 150.836 km eram pavimentados. Ainda segundo o Geipot (1998), o sistema ferroviário nacional, apresenta trechos em mau estado de conservação, alguns em estado crítico. Com o processo de privatização das malhas da Rede Ferroviária Federal S/A (RFFSA) e da Ferrovias Paulistas S/A (FEPASA), pode-se prever uma retomada de investimentos e a completa recuperação e reestruturação das ferrovias, com a conseqüente melhoria dos serviços e o aumento da oferta de transporte.

2.4.3 – Hidroviário

Lambert (1993) desmembra o transporte hidroviário em diversas categorias distintas: (1) fluvial para o interior, tais como rios e canais, (2) lagos, (3) oceanos litorâneos e (4) marítimo internacional. O transporte hidroviário concorre principalmente com o ferroviário e com o dutoviário, já que a maioria dos produtos transportados por hidrovias compõe-se de semi-processados ou matérias-primas transportadas a granel.

Ainda segundo Lambert (1993), o transporte hidroviário, por sua natureza, é especialmente indicado para movimentação de artigos pesados, volumosos, de baixo valor por unidade, que possam ser carregados e descarregados com eficiência por meios mecânicos, quando a velocidade não é fundamental. Em geral, os produtos nele embarcados não são particularmente suscetíveis a danos ou furtos. Também tem vantagens nos casos em que movimentações terrestres subseqüentes sejam desnecessárias.

Para Ballou (1993), o serviço hidroviário tem sua abrangência limitada. As hidrovias domésticas estão confinadas ao sistema hidroviário interior, exigindo, portanto, que o usuário ou esteja localizado em suas margens ou utilize outro modal de transporte, combinadamente. Além disso, o transporte aquaviário é, em média mais lento que a ferrovia.

De acordo com Bowersox (1996), o transporte aquaviário situa-se entre o ferroviário e o rodoviário com respeito a custos fixos. Embora os transportadores aquaviários devam desenvolver e operar seus próprios terminais, as vias são geralmente desenvolvidas e mantidas pelo governo e resulta em custos fixos moderados comparados com a ferrovia e rodovia. As maiores desvantagens do transporte aquaviário são o alcance limitado e a velocidade. A não ser que a origem e destino da movimentação sejam adjacentes às vias navegáveis, transportes suplementares por ferrovia, rodovia ou dutovia são requeridos. A capacidade de transportar grandes tonelagens a baixos custos variáveis coloca este modo de transporte em vantagem quando baixas taxas de frete são desejadas e a velocidade do transporte está em segundo plano.

De acordo com o Geipot (1998), a malha hidroviária brasileira apresenta extensão de aproximadamente 40.000 km, dos quais 26.000 km são navegáveis de forma precária, ao longo do ano. No ano de 1997, a hidrovia do Amazonas foi responsável por praticamente todo o transporte de derivados de petróleo e álcool nas hidrovias brasileiras.

2.4.4 – Dutoviário

As dutovias transportam apenas um número limitado de produtos, incluindo-se aí o gás natural, petróleo cru, produtos de petróleo, água, produtos químicos e pastas fluidas.

Os dutos oferecem ao embarcador um nível extremamente alto de dependência de serviço a um custo relativamente baixo. As dutovias podem entregar seus produtos em tempo devido aos seguintes fatores:

- ◆ Os fluxos de produtos dentro do duto são monitorados e controlados pelo computador.
- ◆ Perdas e danos devido a vazamentos ou danos no duto são extremamente raros.
- ◆ Condições climáticas têm efeitos mínimos sobre os produtos movimentados nos dutos.
- ◆ As dutovias não exigem muita mão de obra; portanto, greves ou ausências de funcionários têm pouco efeito nas operações.

Para Ballou (1993), a movimentação via dutos é bastante lenta. No entanto, lentidão é contrabalançada pelo fato de que o transporte opera 24 horas por dia e sete dias por semana. Isto gera uma velocidade efetiva muito maior quando comparada com outros.

Ainda segundo ele, com relação ao tempo de trânsito, o transporte dutoviário é o mais confiável de todos, pois existem poucas interrupções para causar variabilidade nos tempos de entrega. Fatores meteorológicos não são significativos e bombas são equipamentos altamente confiáveis.

Quanto a danos e perdas de produtos em dutos Ballou (1993) classifica como baixos, pois (1) líquidos e gases não estão sujeitos a danos no mesmo grau que produtos manufaturados e (2) a quantidade de perigos que podem ocorrer na operação dutoviária é limitada.

Bowersox (1996) indica que, diferentemente de outros modais, não existem “veículos” vazios que devem retornar. Oleodutos geralmente têm o mais alto custo fixo e o mais baixo custo variável entre os modais de transporte. Altos custos fixos resultam da faixa de domínio, construção, necessidades de estação de controle e capacidade de bombeamento. Uma vez que oleodutos não são intensivos em mão de obra, o custo operacional variável é extremamente baixo uma vez o oleoduto esteja implantado. Uma desvantagem óbvia é que oleodutos não são flexíveis e são limitados com respeito aos produtos que podem ser transportados: somente produtos na forma de gás, líquido ou mistura podem ser movimentadas.

As tabelas a seguir apresentam um resumo das características de custos e operacionais dos modais tratados anteriormente:

Na tabela 2.1 a seguir, estão mostrados os principais indicativos de custos para os modais normalmente utilizados para o transporte de derivados de petróleo.

Tabela 2.1 – Estrutura de Custos dos Modais

Modal	Custos Fixos	Custos Variáveis
Ferrovário	Alto Devido a equipamentos (terminais, vias férreas, etc.)	Baixo
Rodoviário	Baixo (rodovias estabelecidas e construídas com fundos públicos)	Médio (combustível, manutenção, etc)
Aquaviário	Médio (navios e equipamentos)	Baixo Capacidade para transportar grande tonelagem
Dutoviário	Mais Elevado (direitos de acesso, construção, requisitos para controle das estações e capacidade de bombeamento)	Mais Baixo (nenhum custo com mão de obra de grande importância)

Fonte: Bowersox, 1996

A tabela 2.2, indica a comparação dos preços dos diferentes modais (em US\$ por 1.000 ton/quilômetro) feita por Fleury (2002) para o Brasil e os Estados Unidos. Os dados do Brasil foram convertidos para US\$ a uma taxa de 2,50 reais por dólar.

Tabela 2.2 - Preços relativos dos diferentes modais

Modal	EUA (US\$)	Brasil (US\$)	Brasil/EUA
Rodoviário	56	19	0,33
Ferroviário	14	11	0,79
Dutoviário	9	11	1,22
Aquaviário	5	7	1,40

Fonte: Fleury (2002)

Na tabela 2.3, é feita uma adaptação da tabela apresentada por Bowersox (1996) para a classificação das características operacionais de cada modal (dimensões), considerando somente os quatro modais aqui tratados. A menor pontuação é daquele modal que apresenta os melhores resultados.

Tabela 2.3 – Características operacionais de cada modal

Características Operacionais	Ferroviário	Rodoviário	Aquaviário	Dutoviário
Velocidade	2	1	3	4
Disponibilidade	2	1	3	4
Confiabilidade	3	2	4	1
Capacidade	2	3	1	4
Freqüência	3	2	4	1
Resultado Total	12	9	15	14

Fonte: Bowersox, 1996

A Velocidade refere-se ao tempo decorrido de movimentação em uma dada rota, também conhecido como *transit time*.

A Disponibilidade é a capacidade que um modal tem de atender qualquer par origem-destino de localidades. Refere-se ao número de localidades onde o modal se encontra presente.

A Confiabilidade refere-se à variabilidade potencial do tempo das programações de entrega esperadas, representando a capacidade de cumprir os tempos previstos. Fleury (2002) nomeia esta dimensão como Consistência.

A Capacidade, Capacitação na denominação dada por Fleury (2002), refere-se à possibilidade de um modal lidar com qualquer requisito de transporte, como tamanho e tipo de carga.

A Frequência está relacionada à quantidade de movimentações programadas.

2.4.5 – Multimodalidade

Além das modalidades básicas de transporte indicadas anteriormente, pode-se efetuar a combinação delas para o transporte de produtos. De acordo com Bowersox (1996), os operadores podem utilizar vários modais de transporte para, integrando as vantagens e características que cada um possui, então obter um serviço integrado com ótima performance e obtendo um menor custo total.

Para Nazário (2000), a busca de redução nos custos logísticos e maior confiabilidade no serviço prestado, faz com que o uso de mais de um modal no Brasil venha a se tornar uma grande oportunidade para as empresas tornarem-se mais competitivas, visto que o modal rodoviário predomina na matriz de transporte do Brasil, mesmo para produtos e trechos onde não é o mais competitivo.

Ainda de acordo com Nazário (2000), embora existam alguns exemplos de soluções logísticas que contemplem a utilização de mais de um modal, estas iniciativas esbarram em questões de infra-estrutura e de regulamentação, tais como: eficiência dos portos, terminais para integração entre os modais e regulamentação da operação de transporte por mais de um modal. Ele indica ainda, através da Tabela 2.4, que a infraestrutura do sistema de transporte no Brasil, comparada a outros países, ainda deixa muito a desejar.

Tabela 2.4 – Comparação da infraestrutura do sistema de transporte

País	Área do Território (km ²) (A)	Rede Rodoviária Total (km) (B)	Rede Ferroviária Principal (km) (C)	B / A	C / A
EUA	9.363.398	6.303.770	177.712	0,673	0,019
França	551.000	1.502.964	32.579	2,728	0,059
Japão	377.682	1.113.387	20.251	2,948	0,054
Índia	3.285.000	1.604.110	62.486	0,488	0,019
México	1.969.269	213.192	26.445	0,108	0,013
Itália	301.262	293.799	15.942	0,975	0,053
Espanha	504.750	237.904	12.601	0,471	0,025
Brasil	8.511.965	1.495.087	30.277	0,176	0,004
Argentina	2.792.000	207.630	34.059	0,074	0,012

Fonte: Nazário, 2000

Fleury, Nazário e Wanke (2000) reforçam a posição de que no Brasil ainda existe uma série de barreiras que impedem que todas as alternativas modais, multimodais e intermodais, sejam utilizadas de forma racional. A causa para isto seria o baixo nível de investimentos verificado nos últimos anos com relação à conservação, ampliação e integração dos sistemas de transporte. Conforme mostrado na Tabela 2.5 a seguir, apesar do processo de privatização de portos e ferrovias e de iniciativas como o plano Brasil em Ação, pouca coisa mudou na matriz brasileira.

Tabela 2.5 – Participação (%) dos modais na matriz de transporte (TKU)

	1994	1995	1996	1997	1998
Aéreo	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Aquaviário	10,3	11,5	11,5	11,6	12,8
Dutoviário	4,0	4,0	3,8	4,5	4,4
Ferroviário	23,3	22,3	20,7	20,7	19,9
Rodoviário	62,1	61,9	63,7	62,9	62,6

Fonte: Nazário, 2000

CAPÍTULO 3

O PROCESSO DE DECISÃO

3.1 – Estratégias de decisão em transportes

3.1.1 – O processo de decisão – Teoria Econômica do Consumidor

Os modelos utilizados usualmente na análise entre modos de transporte baseiam-se na teoria microeconômica do consumidor (Massler e Strambi, 1999). Esta teoria está apoiada na hipótese de que o homem é um ser racional, assegurando que o consumidor pode examinar cada alternativa no conjunto e localizá-la em algum lugar de uma hierarquia (“ranking”). Desta forma, um produto ou serviço é escolhido pelo conjunto de atributos que possui e obedecendo a uma escala subjetiva de valores para cada atributo em relação ao custo, buscando aquele que maximize sua satisfação dentro de sua restrição orçamentária (Lima e Gonçalves, 1999).

A teoria cardinal da utilidade, cujo desenvolvimento se deu no século XIX, é o mais antigo estudo desenvolvido no sentido de aferir a satisfação obtida pelo consumidor na aquisição de bens econômicos. Nela a utilidade é considerada mensurável, ao invés de ordenável, procurando medir numericamente a satisfação de um indivíduo (Moreira, 1983). Gradualmente, esta teoria foi sendo substituída pela teoria ordinal, Lima e Gonçalves (1999) indicam que os economistas foram reconhecendo que o que interessava em relação à utilidade, era saber se um “pacote de opções” tinha uma utilidade maior que outro, sendo que a quantidade pela qual um era maior que o outro não tinha importância. Para Varian (1994) apud Lima e Gonçalves (1999), a função utilidade é uma forma de atribuir um número a cada “pacote de consumo possível” de modo tal que aos “pacotes” preferidos sejam atribuídos valores maiores do que aos “pacotes” menos preferidos.

Na Teoria Microeconômica moderna, uma função de utilidade é um expediente para sumarizar a mesma informação acerca das preferências do consumidor. O

problema do consumidor é o de escolher o “pacote” ou “cesta” de consumo X que é a melhor de acordo com as preferências, sujeito a restrições de que o custo total não seja maior que a renda Y . Equivalentemente, o problema é o de escolher a “cesta” de consumo X que é melhor de acordo com as preferências, sujeito a $p_1x_1 + p_2x_2 \leq Y$, ou $px \leq Y$. Sinteticamente, pode-se escrever:

Escolher X que maximiza $U(x)$ s.a. $px \leq Y$; $x \geq 0$

Novaes (1986) apud Lima e Gonçalves (1999), relaciona a escolha do transporte com a teoria econômica do consumidor. Na situação de escolha entre vários “pacotes” de consumo, cada indivíduo levará em conta atributos que irão expressar um determinado nível de serviço. No serviço de transporte, o usuário considera diferentes pacotes de opções, com um certo número de variáveis ou atributos que influenciam na decisão, sendo chamadas de variáveis de serviço. Não sendo possível identificar todas as variáveis de serviço que afetam a demanda, procura-se selecionar um conjunto representativo delas para explicar a resposta dos usuários às diferentes características dos serviços de transporte ofertados. Tanto para o transporte de passageiros como carga, as variáveis que mais comumente compõem o nível de serviço, são aquelas ligadas ao tempo (deslocamento, espera e cumprimento de horários), ao custo (tarifas e armazenamento) e à segurança (avarias à carga e acidentes).

Para Senna, Lindau e Azambuja (1995), os modelos comportamentais baseiam-se na teoria econômica do consumidor, que associa ao indivíduo, um conjunto de necessidades básicas. O indivíduo orienta-se por uma função de utilidade, que define os níveis de satisfação que o mesmo pode atingir dentro das limitações dos meios que dispõe. A fim de satisfazer suas necessidades, cada indivíduo pode considerar um conjunto de alternativas, mutuamente exclusivas, e procura maximizar sua utilidade, escolhendo aquela alternativa cujos atributos lhe propiciam o mais elevado nível relativo de satisfação. No caso do transporte, os atributos tempo de viagem, custo, conforto, segurança, confiabilidade e outros, influem consideravelmente na decisão do usuário.

Lima e Gonçalves (1999) indicam que, inicialmente, aplicados ao processo de decisão sobre escolha do modo de transporte, particularmente na área de transportes urbanos, estes modelos passaram a ser utilizados em outras decisões de transporte, como escolha de destino, rota, frequência e período de realização de viagens.

De acordo com Azambuja (1995) apud Lima e Gonçalves (1999), embora desenvolvidos a partir de teorias que têm por base o comportamento de um indivíduo, suas aplicações podem ser estendidas para o caso do transporte de carga. A empresa, que tem pessoas responsáveis pelas decisões, torna-se o “indivíduo”, que será responsável pelas decisões de escolha do serviço de transporte a ser usado para transportar os seus produtos.

Afirmam também que freqüentemente é utilizada, uma formulação Logit Multinomial, a qual fundamenta-se na chamada Teoria da Utilidade Aleatória. Muitas vezes, os indivíduos exibem inconsistência em sua conduta, ou consideram fatores que não são possíveis de serem quantificados. O conceito de utilidade aleatória supera este problema, mediante um termo associado ao erro na função utilidade, que reflete os elementos não observáveis.

Para Massler e Strambi (1999), os modelos de escolha discreta do tipo logit tornaram-se um instrumento comum e eficiente de análise da demanda de transporte. Contribui para isso o fato de apresentarem uma base teórica conhecida, simplicidade e flexibilidade analítica, disponibilidade de programas para estimação dos modelos e, principalmente, uma história de resultados práticos satisfatórios.

Indicam também que os modelos do tipo logit baseiam-se no princípio da maximização da utilidade, um conceito de aplicação estritamente individual. Os diversos indivíduos associados a uma dada função utilidade não têm necessariamente o mesmo comportamento e podem realizar julgamentos diferentes face a uma mesma situação de escolha modal, fator que pode ser absorvido pela característica probabilística do modelo logit.

3.2 – Decisão de escolha de modais

Para Saaty (1991), o tomador de decisão, quer esteja motivado pela necessidade de prever ou controlar, geralmente enfrenta um complexo sistema de componentes correlacionados, como recursos, resultados ou objetivos desejados, pessoas ou grupo de pessoas, etc.: ele está interessado na análise desse sistema. Presumivelmente, quanto melhor ele entender essa complexidade, melhor será sua previsão ou decisão.

Então, tomar uma decisão é fazer uma escolha entre diversas alternativas. A eficiência na tomada de decisão consiste na escolha da alternativa que, tanto quanto possível, ofereça os melhores resultados. As alternativas factíveis de atender o objetivo da decisão, e portanto, selecionadas para avaliação, serão comparadas em função de critérios e sob a influência de atributos (Gomes e Rocha, 1997).

De acordo com Lambert (1993), uma compreensão abrangente do sistema de transporte é um pré-requisito para uma boa decisão de logística. O transporte é uma parte essencial de qualquer sistema de logística e deve ser bem administrado para que a empresa possa satisfazer seus clientes e obter um índice aceitável de retorno sobre seus investimentos.

Estratégias de decisões eficazes e eficientes são de fundamental importância, tanto para o sucesso dos transportadores, que fornecem os serviços, como para os embarcadores que os usam. As limitações econômicas e de recursos exigem que cada empresa tome as mais eficientes e produtivas decisões de escolha de modalidade de transporte. Devido ao impacto no serviço ao cliente, devido a tempo em trânsito, consistência do serviço, estoques, embalagem, armazenamento, consumo de energia, poluição causada pelo transporte e outros fatores, os tomadores de decisão de transportes devem desenvolver as melhores estratégias possíveis de modalidade/transportador.

Ainda de acordo com Lambert (1993), na decisão de seleção da modalidade/transportador acontecem quatro estágios distintos de decisão: (1)

reconhecimento do problema, (2) processo de busca, (3) processo de escolha e inclusive a (4) avaliação pós-escolha.

1. Reconhecimento do problema: O estágio de reconhecimento do problema no processo de escolha da modalidade/transportador é impulsionado por uma variedade de fatores, tais como pedidos do cliente, insatisfação com uma modalidade existente e mudanças nos padrões da distribuição da empresa. Uma vez que o executivo de transporte tenha atingido o estágio de reconhecimento do problema, o processo de decisão continua para o estágio de busca. Para os casos em que o cliente não especifica a modalidade, inicia-se a busca por uma alternativa possível de transporte.
2. Processo de busca: O executivo de transporte examina uma variedade de fontes de informações para usar como base para o processo de escolha da modalidade. Entre as fontes possíveis, inclui-se a experiência anterior, os contatos com pessoal de vendas dos transportadores, os dados nos arquivos da empresa e os clientes atuais e potenciais da empresa.
3. Processo de escolha: A tarefa com a qual o executivo de transporte se defronta neste ponto é escolher uma alternativa viável dentre as diversas modalidades e transportadores disponíveis. Usando as fontes de informações relevantes e disponíveis, o executivo determina quais das alternativas podem atender às necessidades do carregamento. Geralmente, fatores relacionados com serviços são os maiores determinantes da escolha de modalidade/transportador.
4. Avaliação Pós-Escolha: Depois que a administração fez a escolha de modalidade e transportador, deverá instituir algum procedimento de avaliação para determinar o nível de desempenho da modalidade/transportador. Dependendo da empresa, o processo de avaliação pós-escolha pode ser extremamente detalhado ou nem sequer existir. Para a maioria das empresas, a avaliação pós-escolha situa-se em algum ponto entre os dois extremos.

Uma parte integrante do modelo de escolha da modalidade/transportador é o mecanismo de “feedback”. O “feedback” da informação pode vir das medidas de desempenho e de outras fontes, tais como do pessoal de vendas e comunicações interdepartamentais.

O mecanismo de “feedback” pode ser usado como insumo em qualquer ponto no modelo

A seleção da modalidade e transportador está se tornando mais importante à medida que os embarcadores reduzem o número de transportadores com os quais negociam e desenvolvem transportadores básicos. Através da alavancagem de volumes de frete para obter maiores descontos e melhores níveis de atendimento, os embarcadores conseguem reduzir seus custos de transporte. Ao mesmo tempo, os transportadores beneficiam-se com o fato de lidar com um número menor de embarcadores, cada um despachando carregamentos sempre maiores e por períodos de tempo mais longos.

Segundo Lambert (1993), as características mais importantes do serviço de transporte que afetam os níveis de serviço ao cliente são a confiabilidade (consistência do serviço); tempo em trânsito; cobertura de mercado (capacidade de proporcionar serviço porta a porta); flexibilidade (relativo a variedade de produtos que podem ser manuseados e que atendem às necessidades especiais dos embarcadores); e a capacidade do transportador de fornecer mais do que apenas o serviço de transporte básico (ou seja, participar de um programa de marketing do embarcador).

Para Ballou (1993), entre todas as alternativas possíveis, o usuário deve selecionar o serviço ou combinação de serviços que providencie o melhor balanço entre qualidade oferecida e custo. Para auxiliar esta decisão, o serviço de transporte pode ser encarado com base nas características gerais de todos os serviços. Estes critérios são: (1) custo, (2) tempo médio de entrega, (3) tempo de trânsito e sua variação e (4) perdas e danos.

Ele ainda considera que o custo do serviço, para o transportador, é simplesmente o custo do transporte mais taxas de acessórios ou de terminais para serviços

adicionais executados. Os custos variam bastante de um modal para outro. Segundo ele, o serviço mais caro é o modo aéreo e o mais barato a hidrovia. O uso de caminhões é mais de quatro vezes mais caro do que transportar por ferrovias, que são três vezes mais dispendiosas que dutos ou hidrovia. Comparações de custos com o propósito de seleção de um serviço de transporte devem ser feitas a partir dos gastos reais, que vão refletir o transporte da mercadoria especificada, a distância e a direção do carregamento e qualquer manuseio especial que seja necessário.

Ainda de acordo com Ballou (1993), o tempo médio para entrega e sua variabilidade são alguns dos fatores mais importantes quando se seleciona o transporte. O tempo de entrega é considerado como sendo o tempo médio necessário para transportar a carga do ponto de origem até seu destino e variabilidade como sendo as diferenças normalmente encontradas entre os carregamentos. A variação do tempo de trânsito mede a incerteza no desempenho do transportador.

Para Fleury (2002), na escolha do modal mais adequado para uma dada situação de origem-destino e tipo de produto, deve-se considerar o resultado da combinação de preço/custo com o desempenho operacional nas cinco dimensões de serviços (Velocidade; Consistência; Capacitação; Disponibilidade e Frequência).

Miller (1995) desenvolveu metodologias quantitativas para avaliar os *trade-offs* básicos entre custos de inventário transportado, custo de investimento no inventário e custos de transporte (que são próprios do processo de decisão dos modos de transporte). As metodologias enfatizavam a importância de considerar ambos os custos da cadeia logística e custos de investimento no inventário na tomada de decisão de modais de transporte e transportadores.

Entretanto, em logística, existem importantes fatores qualitativos que devem ser considerados na tomada de decisão. Por exemplo, um modo de transporte em particular ou um carregador propicia um serviço bom ou ruim para o cliente? Fatos como este devem ser avaliados sistematicamente nos processos de seleção de modais e de transportadores. Sem uma adequada e comprovada estrutura da

avaliação, esforços de avaliações de fatores qualitativos e quantitativos podem se tornar um processo nebuloso, sujeito a especulações e inconsistência consideráveis. Então, para Miller (1995), o Processo de Análise Hierárquica (AHP) pode incorporar a metodologia de custo desenvolvida e um conjunto de fatores qualitativos bem definidos num sistema de avaliação quantitativa unificado.

Miller (1995) ainda indica que para efetuar a seleção de um modal o embarcador deve: (1) considerar tanto os fatores de custos quantitativos quanto os menos tangíveis fatores qualitativos; e (2) determinar como ponderar todos esses fatores em conjunto.

Para ele, os cinco fatores principais de custo indicados abaixo irão diferir dependendo do modal e do carregador.

1. Custo de frete
2. Custo do inventário contido no processo de transporte
3. Custo de inventário do estoque no local de recebimento
4. Custo de inventário de estoque de segurança no local de recebimento
5. Custo de investimento no inventário para enchimento do sistema

Os quatro primeiros fatores de custo são custos anuais e irão continuar até que o inventário contido no processo de transporte exista, enquanto que o quinto custo representa um custo único necessário para iniciar o processo.

Do lado qualitativo do processo de seleção do modal, um grande número de fatores existem e os tomadores de decisão devem considerá-los. A seguir é apresentado um conjunto de fatores qualitativos observados por Miller (1995) nas práticas atuais das empresas.

1. Qualidade dos serviços do cliente
2. Capacidade de acompanhamento do processo de transporte
3. Exatidão nas faturas
4. Uso de *Electronic Data Interchange* (EDI)
5. Potencial de desenvolver parcerias de longo prazo

6. Limitações de capacidade de carga
7. Habilidade de prover serviços que não causem danos no produto enquanto em trânsito
8. Capacidade de liberação de taxas (para transportes internacionais)
9. Impacto na posição de negociação /alavancagem em outras atividade

Miller (1995) indica também que, em certos casos, na seleção do melhor modal com base nos fatores de custos e fatores qualitativos, os fatores de custo podem decisivamente estar a favor de um modal e carregador em particular. Assim, a decisão torna-se direta. Em muitos casos, entretanto, uma alternativa não irá sobressair de imediato entre todas, e a empresa ou o tomador de decisão deve de algum modo racionalizar todos os critérios importantes para efetuar a seleção do transporte.

Um número de alternativas de metodologias multicritério representam candidatas viáveis a serem empregadas para a seleção do melhor modal de transporte. Essas metodologias incluem a teoria de utilidades multi-atributo (MAUT), modelos de pontuação, programação de metas e o Processo de Análise Hierárquica (AHP). Modelos de utilidades aditivos são freqüentemente difíceis de serem implementados praticamente pela necessidade de se desenvolver uma escala de utilidade confiável para cada critério. Modelos de pontuação são fáceis de usar mas carecem de uma escala de medição consistente e confiável. Programação de metas é um método limitado por considerar somente aqueles critérios que têm base mensurável, medidas quantitativas, como o número dos últimos carregamentos ou a média dos tempos em trânsito (Miller, 1995).

Em seu estudo, Miller (1995) indicou que depois de avaliar os quatro métodos mencionados previamente, o AHP foi escolhido como a estrutura para a análise porque é relativamente fácil de usar, permite replanejamento rápido, pode incorporar fatores qualitativos e subjetivos e mede a consistência dos julgamentos.

Copacino (1991), comenta que historicamente, companhias no negócio de prover serviços de transporte têm assumido que o embarcador escolhe um modal baseado estritamente em preço. Embora o custo sempre seja tido como um critério

importante de seleção, muitos embarcadores mudaram (e estão mudando) suas perspectivas. Atualmente, a performance do serviço tornou-se o critério de decisão predominante para um número crescente de companhias.

Ele comenta também que os embarcadores selecionavam o transportador com menor custo. Agora, entretanto, mais e mais embarcadores estão dando prioridade aos transportadores que atingem o critério de performance exigido e só então negociando o preço.

Por esta razão, Copacino (1991) indica que em conjunto com o critério tradicional de avaliação de transportador como preço e estabilidade financeira, os novos valores para o embarcador incluem confiança na transferência (entrega), condições do equipamento, registros de danos, cortesia e aparência do motorista, informações e capacidades do sistema, flexibilidade e resposta rápida, e um comprometimento com a excelência dos serviços. Esses novos valores têm (e continuarão tendo) uma influência crescente no processo de seleção de transportadores.

Para Bagchi (1989), o problema para uma seleção criteriosa de um transportador, entre vários disponíveis, é que todas as variáveis não podem ser facilmente quantificadas.

Para ele, quando embarcadores têm que trabalhar com pouca folga, existe uma clara necessidade para transportadores confiáveis que irão oferecer serviços ininterruptos por longo prazo.

Um problema complexo de tomada de decisão como a seleção do transportador ou do modal de transporte, envolve simultaneamente a consideração de vários fatores. Alguns destes fatores podem ser quantificados, enquanto alguns outros podem ser intangíveis para se quantificar. A presença de fatores não quantificáveis torna o problema de seleção menos direto. Em situações envolvendo fatores não quantificáveis como estabilidade financeira futura, ou capacidade de resposta rápida do transportador, o AHP pode ser eficiente para auxiliar o tomador de decisão. Gerentes facilmente alcançam decisões importantes usando o AHP

naquelas áreas onde a quantificação é freqüentemente impossível. A seleção de transportadores envolve *trade-offs* entre vários fatores que afetam a decisão final (Bagchi, 1989).

Murphy (1993) indica que logística e o transporte têm se tornado mais e mais importantes na estratégia de tomada de decisão dos líderes de corporações atuais. A chave para criar valores de longo prazo é criar uma vantagem competitiva sustentável.

As empresas cada vez mais estão orientadas para a obtenção de maior valor em suas decisões. Heskett et al. (1997) apud Figueiredo et al. (2000), definem valor como a relação entre os benefícios para o cliente e o custo para ter o produto ou serviço. A aquisição do bem ou serviço, bem como a qualidade percebida no processo de compra, caracterizam os benefícios, enquanto que o preço pago mais os custos envolvidos no acesso ao produto ou serviço, caracterizam o custo.

Figueiredo et al. (2000) indicam também que a melhoria dos processos logísticos, com a conseqüente redução de custo, torna-se o grande desafio na criação de valor para os clientes. A agregação de valor ao produto por meio da logística de distribuição significa o atendimento às crescentes expectativas dos clientes ao menor custo possível.

Christopher (1992) apud Figueiredo et al. (2000), define “serviço ao cliente” como a oferta consistente de utilidade de tempo e lugar cujo papel é elevar o valor de uso, significando que o produto ganha maior valor aos olhos do cliente, na medida em que o serviço adicionou valor ao produto em si.

Embora produto e preço sejam fatores essenciais, a rapidez na entrega, a disponibilidade do produto, o bom atendimento, a ausência de avarias, entre vários outros itens de serviço, criam valor ao reduzir os custos para o cliente e/ou aumentar sua vantagem competitiva (Hijjar, 2000).

É reconhecida a importância do serviço ao cliente como forma de adicionar valor ao produto, assumindo um papel de substancial importância na estratégia competitiva

das empresas, sendo o caminho mais promissor para a manutenção de um diferencial competitivo duradouro, de difícil duplicação por parte da concorrência (Fleury e Silva, 2000).

Os dois fatores mais freqüentemente citados pelos embarcadores para decisões da escolha do modal e seleção do transportador são a consistência da coleta e entrega e o tempo total em trânsito. A performance inclui ainda, tempos de trânsito confiáveis, confiança nas coletas agendadas, velocidade de tempo de trânsito e custo (Murphy, 1993).

Modelos tradicionais têm procurado encontrar a maneira mais econômica de transportar os bens, mas não têm considerado o custo de oportunidade e a confiança. Alguns incluíram a distância da transferência, o modal escolhido e o custo de frete e de carregamento, na intenção de determinar os custos logísticos totais. Outros modelos foram ampliados para incluir considerações de consolidação, de número de pontos de distribuição e de localização (Murphy, 1993).

Murphy (1993), indica que em 1978, Constable e Whybark incluíram custos de transporte num modelo tipo *Economic Order Quantity* (EOQ) para determinar o tamanho dos pedidos, reordenar pontos e comparar alternativas de transporte baseado em custo total. Eles mostraram que as alternativas de transporte têm velocidades diferentes, confiabilidade e custo e assim elas afetam os parâmetros do modelo. A fórmula de custo básica usada para comparar alternativas foi:

Custo total = custo de transferência + custo de inventário em trânsito + custo do pedido + custo de carregamento + custo de *backorder*.

Assim, o tamanho do lote de entrega que minimiza o custo total é determinado para cada alternativa de transporte. Essas opções são então comparadas de modo a selecionar a alternativa de mínimo custo (Murphy, 1993).

Um modelo de custo tipo Economic Order Quantity EOQ pode ser usado para avaliar os *trade-offs* entre inventário e custos de transporte. Entretanto, nenhum

desses modelos mostra ao embarcador como avaliar a conveniência e a confiabilidade do transportador ou do modal de transporte (Murphy, 1993).

Desta maneira, infere-se que as metodologias multicritérios, são alternativas potenciais para se trabalhar com seleção do modal ou do transportador, combinando o uso de critérios quantitativos e qualitativos.

3.3 – Apoio Multicritério à Decisão

Gomes e Rocha (1997), indicam que a distinção entre o Apoio Multicritério à Decisão (AMD) e as metodologias tradicionais de avaliação se dá pelo grau de incorporabilidade dos valores do decisor (tomador de decisão ou agente de decisão) nos modelos de avaliação. É preciso aceitar que a subjetividade está sempre presente nos processos de decisão. Nesse sentido, busca-se construir modelos que legitimem a elaboração de juízos de valores, juízos estes necessariamente subjetivos, onde os modelos são a estrutura de valores dos decisores associado a cada critério. O problema fundamental da decisão Multicritério é associar a relação de preferências (subjetivas) entre os vários critérios no processo de decisão.

Schmidt (1995) indica também que as abordagens multicritérios são técnicas de análise para tomada de decisão. Elas se baseiam no princípio de que a experiência e o conhecimento das pessoas são pelo menos tão valiosos quanto os dados utilizados. Estas técnicas permitem avaliar critérios que não podem ser transformados em valores monetários.

Gomes e Rocha (1997) ainda comentam que a estruturação do modelo é fundamental em um processo de apoio à decisão, que tem um caráter misto entre a ciência e a arte. O caráter misto provém da ausência de métodos matemáticos para conduzir a estruturação. Isto implica que é impossível conceber um procedimento genérico de estruturação cuja aplicação possa garantir a unidade e validade do modelo concebido.

O trabalho de estruturação visa a construção de um modelo mais ou menos formalizado, capaz de ser aceito pelos decisores como um esquema de representação e organização dos elementos primários de avaliação, e que possa servir de base à aprendizagem, à investigação, à comunicação e à discussão interativa com e entre os decisores.

Os sistemas de suporte (ou apoio) à decisão, agilizam sugestões baseadas em algoritmos implementados via programação, porém toda esta tecnologia é de pouca validade quando se esquece a subjetividade inerente ao processo humano de tomada de decisão, que como se viu, é o objeto de estudo do AMD. A imprecisão humana é a grande dificuldade dos métodos multicritérios, pois, para um decisor uma opção poderá ser a melhor e não a ser para outro (Gomes e Rocha, 1997).

A seguir, serão descritos de forma resumida alguns dos métodos multicritérios mais utilizados:

3.3.1 – Utilidade Multiatributo (Multiple Attribute Utility Theory – MAUT)

Neste método, o valor cardinal de uma alternativa a_i é formado pelo conjunto de valores $(v1_i, v2_i, \dots, vni)$, sendo cada valor vni o valor assumido pela alternativa a_i em cada um dos n critérios. Isto significa que, caso um determinado atributo seja considerado pouco importante diante de outros atributos, ele receberá um peso inferior ao peso atribuído àqueles de maior importância (Gomes e Rocha, 1997).

De acordo com Pereira (1999), esta teoria permite a definição de uma função que busca agregar os valores de cada alternativa (a_i) classificada em cada atributo, sendo o único método que pretende analisar as interações entre os atributos e as alternativas numa única função.

Ainda segundo ele, esta Teoria da Utilidade é considerada como a representação das preferências relativas de um indivíduo entre os elementos de um conjunto, usando-se números reais para representa-los. A utilidade é uma expressão quantitativa do valor de satisfação associado a um resultado. Uma função de

utilidade associa os possíveis níveis que uma alternativa pode assumir, com utilidades para os níveis considerados. Uma função de utilidade numérica possuirá informação sobre a intensidade das preferências, enquanto que uma função de utilidade ordinal limita-se a uma lista de classificação em ordem crescente, das preferências.

As vantagens indicadas por Pereira (1999) para este método vêm do fato de ele ser teoricamente sólido, baseado somente em cálculo matemático, aplicável a uma grande gama de problemas. Além disso, preconiza uma fácil identificação de violações de coerência e independência entre atributos e alternativas. Contudo, requer profundo conhecimento e detalhamento das variáveis e suas relações, grande habilidade por parte do usuário para definição das funções de utilidade e conduz a um cálculo muito complexo e que envolve muitas variáveis. Quando uma alternativa complexa tiver de ser avaliada, cada atributo deve ser considerado por vez, visando a facilitar a avaliação e aumentar a consistência do julgamento.

3.3.2 - Apoio a Decisão Multi-Critérios – Multi-Criteria Decision Aid (MCDA)

De acordo com Pereira (1999), o MCDA pode ser visto como um critério de oposição às escalas numéricas do AHP. Este método também parte de um processo de decomposição hierárquica e as preferências dentro de cada atributo são estabelecidas por comparações entre pares de atributos, como no AHP. Entretanto, no MCDA, as preferências dentro de cada critério são estabelecidas por um pseudo-critério, que visa simplesmente acomodar relações fortes e relações fracas.

Ele ainda indica que este método tem a vantagem de ser aplicável a variáveis puramente qualitativas e pode ser utilizado para análises preliminares de outros métodos. No entanto, apesar de se colocar como uma alternativa ao AHP, também demanda uma análise hierárquica prévia e se utiliza da mesma comparação entre pares de atributos, gerando um grande número de julgamentos. Diferentemente do AHP, somente apóia a decisão, indicando uma melhor opção num certo cenário, mas não uma priorização. Como pretende ser basicamente qualitativo, conforme

definições iniciais de variáveis e critérios, pode ser muito complexo e conduzir a incoerências difíceis de serem identificadas.

3.3.3 - Análise Hierárquica de Processo – Analytic Hierarchy Process (AHP)

O AHP desenvolvido por Saaty (1991), estruturou efetivamente muitos tipos de complexos problemas multicritérios. Ele oferece uma estrutura flexível de avaliação e uma abordagem fácil para coletar julgamentos subjetivos. Igualmente tão importante, o AHP providencia uma medição do nível de consistência dos julgamentos coletados. Essa avaliação da consistência pode indicar que a revisão de certos julgamentos pode ser necessária e, desta forma, pode melhorar a confiabilidade do processo de avaliação (Miller, 1995).

Segundo Saaty (1991), “a teoria reflete o que parece ser um método natural de funcionamento da mente humana. Ao defrontar-se com um grande número de elementos, controláveis ou não, que abrangem uma situação complexa, ela os agrega a grupos, segundo propriedades comuns. Nosso modelo dessa função cerebral permite uma repetição desse processo, no que consideramos esses grupos, ou melhor, suas propriedades comuns de identificação, como os elementos de um novo nível do sistema. Esses elementos, por sua vez, podem ser agrupados segundo um outro conjunto de propriedades, gerando os elementos de um outro nível “mais elevado”, até atingirmos um único elemento “máximo” que muitas vezes pode ser identificado como o objetivo do nosso processo decisório”.

O que está descrito acima é em geral denominado hierarquia, isto é, um sistema de níveis estratificados, cada um consistindo em tantos elementos, ou fatores. A questão central, em termos dessa hierarquia, é a seguinte: com que peso os fatores individuais do nível mais baixo da hierarquia influenciam seu fator máximo, o objetivo geral? Desde que essa influência não seja uniforme em relação aos fatores, chega-se à identificação de sua intensidade ou às suas prioridades (Saaty, 1991).

Desta forma, o AHP permite ao tomador de decisão estruturar um problema complexo na forma de uma simples hierarquia e avaliar um grande número de

fatores quantitativos e qualitativos de modo sistemático sob múltiplos critérios conflitantes (Min, 1994).

Para Schmidt (1995), o AHP tem se mostrado ser uma metodologia variada e útil, fornecendo um novo meio de olhar velhos problemas.

No AHP, os julgamentos são dados na forma de comparação entre pares de critérios ou alternativas, respondendo a questão: Dado um critério e duas alternativas A e B, qual a alternativa que mais satisfaz, e quanto mais em relação ao critério considerado?

Ainda segundo Schmidt (1995), as duas grandes vantagens que o AHP tem sobre os outros métodos multicritérios, é a facilidade de uso e a habilidade de manusear com julgamentos inconsistentes. Por outro lado, a maior dificuldade encontrada no uso do AHP é a necessidade de um grande número de julgamentos para determinar todos os pares de comparação necessárias.

Granemann e Gartner (1998), apresentam um resumo dos princípios do AHP, conforme descrito abaixo:

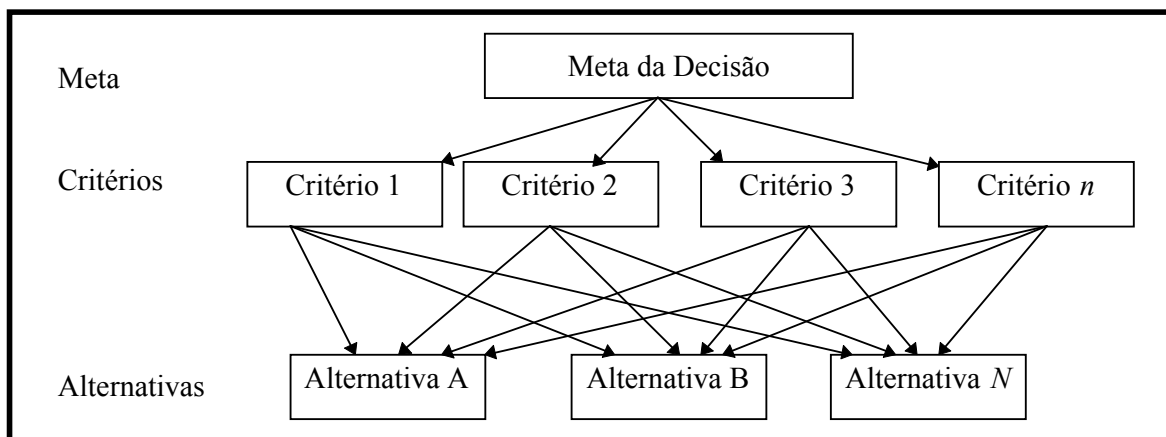
Caracterizado por ser um instrumento de apoio, a aplicação do AHP em problemas de decisão é feita em duas fases: a de construção da hierarquia e a de avaliação.

A fase de construção da hierarquia envolve a estruturação do problema em níveis. O primeiro passo é fazer uma lista dos fatores que deverão ser considerados na decisão (Collin, 1999).

Nessa fase, o AHP permite aos decisores a modelagem de problemas complexos em uma estrutura hierárquica (vide figura 3.1) que mostra as relações entre as metas, os critérios que exprimem os objetivos e sub-objetivos, e as alternativas que envolvem a decisão. A estrutura hierárquica forma uma árvore invertida, onde a estrutura vai descendo da meta da decisão para os critérios, sub-critérios e alternativas, em sucessivos níveis.

A hierarquia permite mover das questões gerais , para as mais específicas até o particular (Colin, 1999).

Figura 3.1 - Exemplo de Estrutura Hierárquica de Problemas de Decisão



Fonte: Granemann e Gartner, 1998

A estruturação do problema exige que o decisor ou grupo de decisores participe diretamente e ativamente no processo decisório, visto que a decisão embute suas preferências e valores.

Quando vários tomadores de decisão estão presentes, pode ser prudente incluir indivíduos de diversas áreas funcionais. Pela virtude de intercâmbio entre o grupo e como resultado da diversidade de julgamento, o resultado geral poderá ser muito melhor e assim reduzir a inconsistência individual das comparações aos pares (Bagchi, 1989).

Após a hierarquização do problema, inicia-se a fase de avaliação com a comparação paritária, isto é: par a par, entre os critérios, e também entre os sub-critérios, se houver. Por meio desta comparação serão determinadas as importâncias relativas de cada critério, também conhecidas como pesos. Os critérios são comparados segundo a escala de julgamentos descrita na Tabela 3.1 abaixo.

Tabela 3.1 - Escala de Julgamento de Importância do Método AHP

Intensidade de Importância	Definição	Explicação
1	Importância igual	Duas atividades ⁽¹⁾ contribuem igualmente para o objetivo.
3	Importância fraca de uma sobre a outra	A experiência e o julgamento favorecem levemente uma atividade em relação a outra.
5	Importância forte	A experiência e o julgamento favorecem fortemente uma atividade em relação a outra.
7	Importância muito forte	Uma atividade é fortemente favorecida em relação a outra e sua dominância é demonstrada na prática.
9	Importância absoluta	A evidência favorecendo uma atividade em relação a outra é do mais alto grau de certeza.
2, 4, 6, 8	Valores intermediários entre dois julgamentos adjacentes	Quando é necessária uma condição de compromisso.
Recíprocos	Se a atividade i tem uma das intensidades de importância ou de preferência de 1 a 9 quando comparada com a atividade j, então j tem o valor recíproco quando comparado com i.	

Fonte: Granemann e Gartner, 1998

¹O termo “atividades” tem o mesmo significado de “alternativas”, e também pode ser chamado de “ações potenciais”.

Os resultados das comparações são apresentados na seguinte forma matricial:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ \frac{1}{a_{12}} & 1 & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{1}{a_{1n}} & \frac{1}{a_{2n}} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Devendo atender às seguintes condições:

a) $a_{ij} = \alpha$;

b) $a_{ji} = \frac{1}{\alpha}$;

c) $a_{ii} = 1$.

onde: a = comparação paritária entre os critérios; e α = valor de intensidade de importância.

A resolução da matriz A resulta no auto-vetor de prioridades, o qual expressa as importâncias relativas de cada critério, ou pesos. A forma mais recomendada de cálculo (Saaty, 1991) consiste em se elevar a matriz a potências arbitrariamente altas, dividindo-se a soma de cada linha pela soma dos elementos da matriz, ou seja normalizando-se os resultados. Isso resulta no auto-vetor de prioridades para ordenação. Essa operação deve ser repetida até que a diferença entre o resultado normalizado da última operação seja bem próximo do resultado da operação precedente (ex.: diferenças pequenas após a terceira casa decimal).

De posse das importâncias relativas dos critérios é testada a integridade dos julgamentos, calculada por um índice de inconsistência.

Caso o índice de inconsistência seja maior que 0,10 (Saaty, 1991), o decisor ou grupo de decisores é encorajado a rever seus julgamentos, buscando torná-los consistentes. Essa consistência é atingida com um índice menor ou igual a 0,10.

Esses procedimentos resultaram na ordenação e mensuração da importância relativa dos critérios. Caso os critérios exijam a existência de sub-critérios para sua descrição, todo o processo de avaliação descrito repetir-se-á também nesse nível hierárquico.

A fase de avaliação do problema prossegue com a comparação paritária das alternativas em cada um dos critérios, para a determinação do nível de preferência das alternativas. Para isso, procede-se da mesma forma como foi descrito para a

obtenção da importância relativa dos critérios. Tendo as importâncias relativas dos critérios e os níveis de preferência das alternativas, parte-se para a valoração global de cada uma das alternativas, segundo o método da soma ponderada, assim calculado:

$$V(a) = \sum_{j=1}^n p_j v_j(a)$$

com $\sum_{j=1}^n p_j = 1$ e $0 < p_j < 1$ ($j = 1, \dots, n$), onde:

$V(a)$ é o valor global da alternativa analisada;

p_j é a importância relativa do critério j ; e

v_j é o nível de preferência da alternativa analisada no critério j .

3.3.4 - MACBETH “Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique”

O MACBETH é uma técnica de análise de decisão de múltiplos critérios desenvolvida por Carlos A. Bana e Costa e J. C. Vansnick na década de 90.

Para Schmidt (1995), o MACBETH é um método que permite representar numericamente os julgamentos dos decisores sobre a atratividade global das ações, unindo a representação numérica da informação, com os critérios, dentro de um modelo de avaliação global. É uma abordagem interativa que auxilia a construção de medidas cardinais de julgamentos sobre o grau (de atratividade) para o qual os elementos de um grupo de ações potenciais finito “A” possui critérios “P”.

O MACBETH, assim como o AHP e outros métodos multicritérios de apoio à decisão, compreende duas importantes fases: estruturação e avaliação.

A fase de estruturação é a fase de entendimento do problema, na qual é analisado o ambiente onde está inserido e são identificadas as possíveis situações que exigem decisão, através da busca detalhada e concisa de informações, que, em

casos reais, são caracterizadas pela falta, pela ambigüidade e pela imprecisão das mesmas, as quais fornecem elementos de juízo aos decisores (Schmidt, 1995).

No MACBETH, a avaliação das preferências dos decisores é feita através de julgamento, isto é, o decisor avalia a situação, forma uma opinião e a seguir expressa o seu julgamento. O julgamento varia de acordo com as preferências, sendo assim, ocorrerão diferentes graus de preferência entre os decisores. A avaliação da situação resulta do conhecimento e da experiência, ou simplesmente da forma como o problema é proposto ou visto (Schmidt, 1995).

Ainda segundo Schmidt (1995), a importância de utilizar julgamentos, quando da avaliação, é que este permite utilizar fatores tanto qualitativos, quanto quantitativos. Normalmente os julgamentos são feitos de forma simples, sem a necessidade de instrumentos sofisticados. Entretanto, é necessário certo cuidado, para que as preferências e interesses não sejam influenciados por bases erradas, através do desconhecimento e desinformação, os quais provocam o distanciamento do objetivo da realidade.

O método propõe uma escala numérica, baseada em juízos semânticos sobre a diferença de atratividade sentida pelo decisor, entre pares de elementos de um conjunto. Permite medir o grau de atratividade por meio de medida cardinal. É um método interativo, e uma das vantagens de procedimentos interativos é o estabelecimento do processo de aprendizagem, que permite gerar consenso entre os indivíduos envolvidos com o processo (Schmidt , 1995).

CAPÍTULO 4

PROPOSIÇÃO DO AHP (ANÁLISE HIERÁRQUICA DE PROCESSO) PARA ESCOLHA MODAL

4.1 – Definição dos atributos relevantes para a tomada de decisão.

Por ser uma metodologia empregada numa grande variedade de áreas para tomada de decisão, permitindo a agregação de parâmetros quantitativos e qualitativos na análise, neste trabalho, aplicar-se-á o AHP (Processo de Análise Hierárquica) para a escolha do modal de transporte de derivados de petróleo.

Neste ponto, inicia-se a busca e definição dos critérios que deverão ser adotados para o processo de escolha do modal (ou modais) de transporte de derivados de petróleo.

De acordo com Schmidt (1995), critérios são medidas, regras e padrões que guiam a decisão. O conceito de "critério de avaliação" corresponde à noção de ponto de vista fundamental.

Segundo Schmidt (1995), "um ponto de vista representa todo o aspecto da decisão real apercebida como importante para a construção de um modelo da avaliação de ações existentes ou a criar. Um ponto de vista é a explicitação de um valor que deve ser levado em consideração na avaliação das propostas". Ela lembra também que, segundo estudos sobre o limite psicológico de 7(+ ou – 2) itens, o número de pontos de vista (critérios) não deve ser muito grande, nem tão pequeno, ao ponto de se correr o risco de deixar de fora aspectos importantes para a avaliação, devendo então se manter tão reduzido quanto possível.

Para Novaes (2001), a moderna Logística procura incorporar atributos importantes nos processos de tomada de decisão:

- Prazos previamente acertados e cumpridos integralmente, ao longo de toda a cadeia de suprimento;
- Integração efetiva e sistêmica entre todos os setores da empresa;
- Integração efetiva e estreita (parcerias) com fornecedores e clientes;
- Busca da otimização global, envolvendo a racionalização dos processos e a redução de custos em toda a cadeia de suprimento;
- Satisfação plena do cliente, mantendo nível de serviço pré-estabelecido e adequado.

O procedimento adotado neste estudo, contemplou primeiramente o levantamento dos critérios, quantitativos e qualitativos, observados na literatura e nos trabalhos pesquisados. De posse do levantamento inicial, os critérios foram submetidos a pessoas que trabalham na área de transferência e distribuição de combustíveis a fim de que fossem definidos os mais relevantes, para a aplicação da metodologia de escolha modal.

Neste sentido, a relação de critérios descrita abaixo foi encaminhada a pessoas que trabalham na área de logística e comercialização da Petrobras Distribuidora (Sede e Base de Distribuição), da Transpetro, da Ipiranga, da Shell e da Esso, para que indicassem os seis mais relevantes para a tomada de decisão de escolha modal.

Foi solicitado também que se houvesse algum atributo considerado importante pelos entrevistados, ele poderia ser acrescentado à lista de critérios.

- ◆ Custo do frete/tarifa;
- ◆ Custo de estoques (trânsito e origem/destino);
- ◆ Comprometimento com a excelência dos serviços;
- ◆ Capacidade de acompanhamento do processo de transporte;
- ◆ Rapidez e exatidão na emissão de documentação;
- ◆ Uso de *Electronic Data Interchange* (EDI);
- ◆ Potencial de desenvolver parcerias de longo prazo;
- ◆ Limitações de capacidade de carga;

- ◆ Provimento de serviços que não causam perdas/danos nos produtos enquanto em trânsito;
- ◆ Flexibilidade (variedade de produtos e necessidades especiais);
- ◆ Condições dos equipamentos;
- ◆ Tempos de trânsito confiáveis;
- ◆ Velocidade;
- ◆ Confiabilidade (confiança nas transferências agendadas, consistência do serviço);
- ◆ Habilidade em lidar com necessidades especiais;
- ◆ Habilidade em efetuar entregas urgentes;
- ◆ Responder com rapidez aos problemas;
- ◆ Alavancagem em outras atividades;

A coleta das indicações dos itens mais relevantes foi realizada através de *e-mail* e a Tabela 4.1 a seguir indica o resultado da pesquisa.

Tabela 4.1 - Itens relevantes na decisão de escolha modal

Atributos relevantes para a tomada de decisão	Empresa A	Empresa B	Empresa B	Empresa B	Empresa B	Empresa C	Empresa D	Empresa E	Total
Custo do frete/tarifa;	1	x	1	1	3	x	2	1	8
Custo de estoques (trânsito e origem/destino);	2	x	2		4	x	3	2	7
Comprometimento com a excelência dos serviços;			5	2	6	x	1		5
Capacidade de acompanhamento do processo de transporte;		x		4			4		3
Rapidez e exatidão na emissão de documentação;									
Capacidade de Electronic Data Interchange (EDI);									
Potencial de desenvolver parcerias de longo prazo;					5		6		2
Limitações de capacidade de carga;	6							5	2
Prover serviços que não causem perdas/danos no produtos enquanto em trânsito;	5			3		x		6	4
Flexibilidade (variedade de produtos e necessidades especiais);									
Condições dos equipamentos;		x		5		x			3
Tempos de trânsito confiáveis;	3	x	4	6	2			4	6
Velocidade;									
Confiabilidade (confiança nas transferências agendadas, consistência do serviço);	4	x	3		1	x	5	3	7
Habilidade em lidar com necessidades especiais;									
Habilidade em efetuar entregas urgentes;									
Responder com rapidez aos problemas;									
Alavancagem em outras atividades;			6						1

As colunas onde foram indicados os itens mais relevantes mostram a ordem de preferência que cada profissional consultado considera desde a mais importante (1) até a menos importante (6). Para aqueles que não indicaram a ordem de preferência, os itens relevantes estão indicados com “X”.

Na coluna total, tem-se o somatório da votação que cada atributo recebeu, indicando aquele que possui maior importância na visão dos pesquisados.

Desta consulta pode-se ressaltar alguns aspectos relativos às respostas recebidas:

- O critério Custo de frete/tarifa foi indicado por todos os oito técnicos como sendo relevante para a decisão. Verifica-se também que dos seis que indicaram a ordem de importância, quatro o indicaram como o mais importante, um como o segundo mais importante e outro como terceiro mais importante.
- O critério Custo de estoques foi indicado por sete técnicos como sendo relevante para a decisão, sendo que dos cinco que indicaram a ordem de importância, três posicionaram este critério como o segundo mais importante no processo.
- Os critérios Velocidade e Flexibilidade, segundo autores, características importantes do serviço de transporte que afetam os níveis de serviço ao cliente e devem ser considerados na escolha modal, não foram citados por nenhum dos técnicos como relevantes para o processo.

Para efeito de aplicação do AHP no processo de escolha do modal de transporte de derivados de petróleo, foram considerados os seis atributos que tiveram maior pontuação entre as preferências. Abaixo indicamos estes atributos na ordem de preferência verificada:

1. Custo do frete/tarifa;

Neste item, considera-se além do custo do transporte, as taxas para serviços adicionais executados. Assim, estão incluídos os valores dos fretes, praticados por

cada modalidade de transporte, acrescidos dos valores dos custos operacionais das bases e taxas pela utilização de terminais de terceiros.

2. Custo de estoques (trânsito e origem/destino);

Para a operação de cada sistema de transporte utilizado, as necessidades de se manter estoques na origem e destino são variáveis. Bowersox (1996), indica que as parcelas componentes dos inventários médios são: ciclo ou da base (referente ao processo de ressuprimento do produto em função da sua demanda), estoque de segurança (mantido para proteção contra incertezas) e o inventário em trânsito (representa o estoque que está ou se movimentando ou aguardando movimentação num veículo de transporte). O custo com estoque se refere à remuneração do capital empregado para a posse deste produto.

3. Confiabilidade (confiança nas transferências agendadas, consistência do serviço);

Este item procura assegurar que o transportador receberá e entregará o produto nas datas combinadas, respeitando os prazos preestabelecidos. Também procura garantir que o serviço sempre será feito da mesma forma, com regularidade, evitando desta forma o risco de atrasos, que pode levar à falta do produto para o consumidor. A falta de confiabilidade tem impacto direto nos níveis de estoque de produto e no nível de serviço oferecido. De acordo com Marchesi (2001), os atrasos podem também gerar desencontros nas trocas de modais, que também vão aumentar os custos devido ao pagamento de penalidades contratuais, sobrestadias, ou devido ao seu reflexo em outras operações, influenciando diretamente no nível de serviço oferecido ao cliente.

4. Tempos de trânsito confiáveis;

Cada modal possui características que podem vir a influenciar no tempo de trânsito do produto entre a sua origem e destino. Segundo Ballou (1993), o transporte dutoviário apresenta poucas interrupções devido à confiabilidade dos equipamentos empregados e da pouca influencia dos fatores metereológicos. Já as

ferrovias e rodovias sofrem maior influência deste fator. Além disso, Novaes (2001) indica também a influência da conservação das malhas viária e ferroviária do país neste critério, indicando que em função da má conservação, há redução da confiabilidade do tempo de trânsito.

5. Comprometimento com a excelência dos serviços;

Neste item, o transportador utilizado para a transferência do produto, deve estar sempre atento e comprometido com a qualidade associada à operação logística, assegurando sempre o elevado nível de serviço desejado, desde o processo de contratação, no bom atendimento dispensado no relacionamento entre as partes, na entrega do produto rigorosamente nos prazos preestabelecidos e assegurando que o cliente receba o produto com a qualidade intrínseca assegurada.

6. Prover serviços que não causem perdas/danos no produtos enquanto em trânsito;

Para Marchesi (2001), os fatores geradores de perdas dependem das instalações, equipamentos e suas práticas operacionais, dando a cada caminho características próprias. Assim, as perdas também são uma característica específica de cada caminho e à medida que o transporte é realizado em mais etapas ou com maior quantidade de trocas de modal, as perdas naturais ou acidentais, de qualidade ou quantidade, tendem a aumentar.

Ele ainda comenta que as consultas realizadas junto a transportadores de graneis líquidos, revelaram que de modo geral, não existem índices admissíveis consubstanciados para estimar as perdas e apresenta uma tabela, reproduzida a seguir, com valores práticos de perdas para operações usualmente utilizadas nas movimentações de combustíveis líquidos derivados de petróleo.

Tabela 4.2 – Indicação de perda na movimentação de combustíveis líquidos derivados de petróleo

Modal	Operação	Perda (%)
Dutoviário	Transferência de TQ para TQ	0,2
	Transferência Longa Distância TQ/TQ	0,3
Ferrovário	Carregamento de vagão tanque	0,05
	Descarga de vagão tanque	0,05
	Transporte	0,1
Rodoviário	Carregamento de caminhão tanque	0,05
	Descarga de caminhão tanque	0,05
	Transporte	0,1
Hidroviário	Carregamento de barcaça	0,3
	Descarga de barcaça	0,3
	Transporte até 7 dias	0,2
	Transporte de 8 a 14 dias	0,3
	Transporte de 15 a 30 dias	0,4
Marítimo	Carregamento de Navio Tanque	0,2
	Descarga de Navio Tanque	0,2
	Transporte longo curso	0,2
	Transporte cabotagem	0,3

Fonte: Marchesi (2001)

4.2 – Apresentação do problema

Para realizar o estudo de caso e a aplicação do método proposto para escolha modal, primeiramente, identificou-se uma Base de Distribuição que tem seu suprimento realizado através de diversos modais ou mesmo combinação de modais.

A região Centro-Oeste do país vem apresentando um crescimento elevado no consumo de derivados de petróleo, sendo o deslocamento da fronteira agrícola para aquela região uma das principais razões para isto. Este nível elevado de demanda já permitiu que a Petrobras implantasse um oleoduto para atendimento das demandas de Goiás (GO) e Brasília (DF). Além disso, tem desenvolvido

estudos para a implantação de outros oleodutos para suprir a demanda das bases de Campo Grande (MS) e Cuiabá (MT).

A Figura 4.1 apresenta a rede de transporte disponível para a região de São Paulo e Centro-Oeste, onde se procurou destacar os caminhos utilizados para abastecimento das bases de Goiânia e Cuiabá. O detalhamento destes caminhos está indicado nos itens 4.2.1 e 4.2.2.

Figura 4.1 – Mapa da rede multimodal de transporte



No mapa do SINDICOM mostrado na Figura 2.1 (item 2.3), pode-se observar as localizações das bases de distribuição existentes no país, pertencentes àquele Sindicato, bem como os modais atualmente utilizados para efetuar o abastecimento das mesmas. No mapa da Figura 4.1, observa-se a estrutura viária disponível para a região em foco. Esta região tem a Refinaria de Paulínia como principal fonte supridora de derivados, através de produção própria, transferência de produto de outras refinarias ou mesmo por importação de produtos pelo terminal de São Sebastião, sendo a origem de todos os carregamentos de produtos para as bases

anteriormente citadas. No estudo, serão apresentados dois casos para análise. O primeiro, compreenderá um exemplo de modais competindo entre si, como é o caso da base de Goiânia, e o segundo apresentará um exemplo onde existem combinações de modais para efetuar o suprimento da base, como é o caso da base de Cuiabá.

4.2.1. Abastecimento da base de Goiânia

O abastecimento desta Base, até a entrada em operação em 1996 do Oleoduto Replan/Brasília (OSBRA), que interliga a Refinaria de Paulínia (Replan) até Brasília, era feito por meio dos modais ferroviário e rodoviário. Segundo informações obtidas na Petrobras Distribuidora (Base de Paulínia), naquela época, aproximadamente 50% dos fretes eram feitos por via ferroviária e 50% por via rodoviária, havendo inconstância no suprimento por via ferroviária, devido principalmente a manutenções nos trechos da ferrovia e do equipamento de tração.

Com a entrada em operação do oleoduto, houve uma disputa acirrada em termos de fretes e tarifas. Hoje, o suprimento de derivados para a região dá-se prioritariamente por este oleoduto, no entanto, ainda existem companhias que estão utilizando, além do oleoduto, a ferrovia e a rodovia para o transporte de uma pequena parcela de seus mercados.

Assim, o suprimento da Base de Goiânia é realizado através dos seguintes modais:

1. Transferência ferroviária da Refinaria de Paulínia até a Base de Goiânia;
2. Transferência dutoviária da Refinaria de Paulínia até a Base de Goiânia;
3. Transferência rodoviária direta da Refinaria de Paulínia até a Base de Goiânia.

4.2.2. Abastecimento da Base de Cuiabá

Para o atendimento da base de Cuiabá, também tendo como origem a refinaria de Paulínia, há uma maior variedade de opções, inclusive com a utilização de combinação de modais:

- transporte ferroviário até a base de Campo Grande e transporte rodoviário desta base até a base de Cuiabá;
- transporte dutoviário até a base de Goiânia e transporte rodoviário até a base de Cuiabá;
- transporte ferroviário até a base de Goiânia e transporte rodoviário até a base de Cuiabá;
- transporte rodoviário até a base de Goiânia e transporte rodoviário até a base de Cuiabá;
- transporte rodoviário direto para a base de Cuiabá.
- transporte ferroviário até a base de Alto Taquari e transporte rodoviário até a base de Cuiabá;

Para ambos os casos, existem diferentes valores de fretes/tarifas, estoques necessários na origem/destino e em trânsito e diferentes níveis de serviço, função dos modais ou combinação de modais utilizados.

4.3 – Estrutura Hierárquica do Problema

4.3.1 – Base de Goiânia

Para o caso de abastecimento da Base de Goiânia, foram adotados os seguintes critérios e alternativas:

4.3.1.1 – Critérios

A Tabela 4.3 apresenta os critérios e indica a abreviatura adotada para utilização no modelo de escolha.

Tabela 4.3 – Critérios para escolha modal

Custo do frete/tarifa	CFRETE
Custo de estoques (trânsito e origem/destino)	CESTOQ
Comprometimento com a excelência dos serviços	EXCSERV
Prover serviços que não causem perdas/danos no produtos enquanto em trânsito	PERDAS
Tempos de trânsito confiáveis	TTRANSIT
Confiabilidade (confiança nas transferências agendadas, consistência do serviço)	CONFIAB

4.3.1.2 – Alternativas

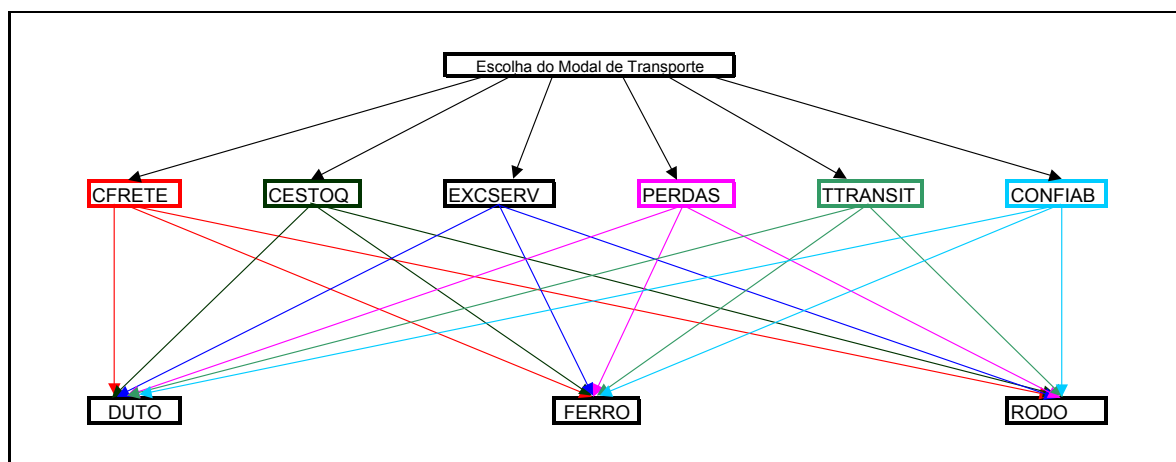
A Tabela 4.4 apresenta as alternativas consideradas na escolha do modal de transporte de derivados de petróleo para atendimento da Base de Goiânia e a abreviatura utilizada no modelo de escolha.

Tabela 4.4 – Alternativas para escolha modal – Base de Goiânia

Descrição	Abreviatura
Oleoduto Replan/Brasília	DUTO
Ferrovia Replan/Goiânia	FERRO
Rodovia Replan/Goiânia	RODO

A Figura 4.2 a seguir, apresenta a estrutura hierárquica do problema.

Figura 4.2 –Estrutura hierárquica para a Base de Goiânia



4.3.2 – Base de Cuiabá

Para o caso de abastecimento da Base de Cuiabá, foram adotados os seguintes critérios e alternativas:

4.3.2.1 - Critérios

Foram adotados os mesmos critérios e abreviaturas utilizados para a escolha do modal na base de Goiânia (ver Tabela 4.3).

4.3.2.2 - Alternativas

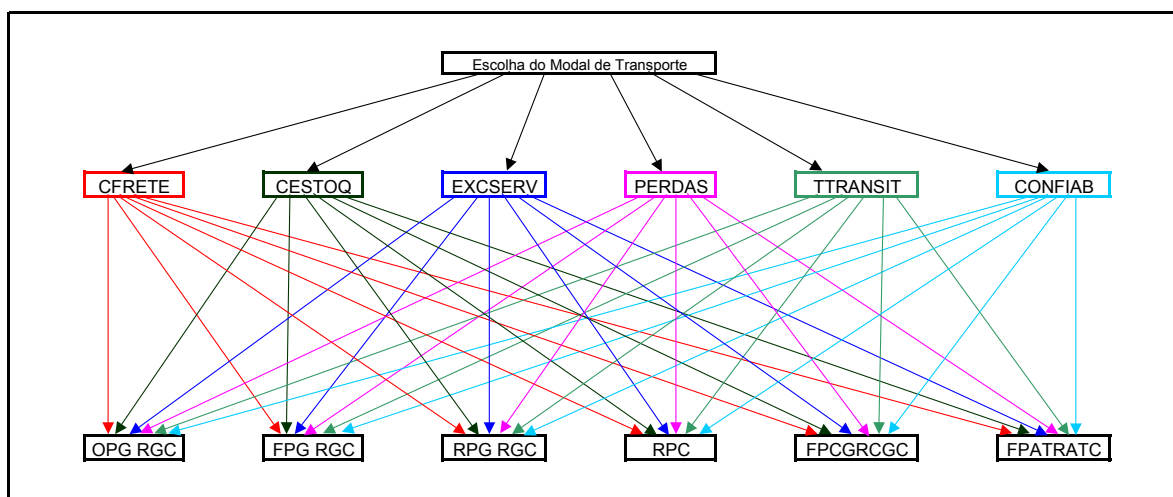
A Tabela 4.5 apresenta as alternativas de modais para atendimento da Base de Cuiabá e as respectivas abreviaturas utilizadas no modelo de escolha.

Tabela 4.5 – Alternativas para escolha modal – Base de Cuiabá

Descrição	Abreviatura
Oleoduto Paulínia/Goiânia e rodovia Goiânia/Cuiabá	OPG RGC
Ferrovia Paulínia/Goiânia e rodovia Goiânia/Cuiabá	FPG RGC
Rodovia Paulínia/Goiânia e rodovia Goiânia/Cuiabá	RPG RGC
Rodovia Paulínia/Cuiabá	RPC
Ferrovia Paulínia/Campo Grande e rodovia Campo Grande/Cuiabá	FPCGRCGC
Ferrovia Paulínia/Alto Taquari e rodovia Alto Taquari/Cuiabá	FPATRATC

A Figura 4.3 a seguir apresenta a estrutura hierárquica do problema.

Figura 4.3–Estrutura hierárquica para a Base de Cuiabá



4.4 – Proposição da avaliação para os tomadores de decisão

A partir das estruturas hierárquicas para a modelagem do problema de escolha modal, foram elaboradas planilhas em EXCEL onde estavam as matrizes que seriam utilizadas, primeiramente na comparação entre os critérios escolhidos e em seguida, para cada critério, na comparação entre as diferentes alternativas contempladas. Estas planilhas possuem o cálculo da Razão de Consistência (RC), permitindo a verificação imediata da consistência do julgamento efetuado. As planilhas foram encaminhadas àqueles mesmos tomadores de decisão que indicaram os critérios para escolha do modal de transporte de derivados de petróleo, para que as preenchessem indicando os seus julgamentos.

As planilhas foram encaminhadas juntamente com um sumário do método AHP, onde era mostrada a forma de apresentar o julgamento, a escala a utilizar (pesos), a razão de inconsistência máxima admissível e exemplos de como realizar a comparação dos critérios e alternativas a estudar. As dúvidas que foram surgindo ao longo do processo foram sanadas por meio de contatos telefônicos e também por e-mail, de forma a assegurar que houvesse pleno entendimento na aplicação do método de escolha multicritério.

Nesta etapa do desenvolvimento do estudo, não foi possível contar com o julgamento de todas as pessoas que inicialmente tinham indicado os seis critérios relevantes para a decisão modal. Das oito contatadas inicialmente, somente quatro efetuaram o preenchimento das planilhas (Transpetro, BR Sede, Ipiranga e Shell). Foi solicitado então que outras pessoas efetuassem o julgamento, sendo recebidas mais duas respostas (Transpetro e Transultra).

As planilhas com os resultados de cada pesquisado estão apresentadas no Anexo I, enquanto que no Anexo II são apresentados os gráficos com o desempenho das alternativas para cada um dos critérios de escolha modal, tanto para o estudo da Base de Goiânia quanto para a Base de Goiânia. Neles podem ser observados, para cada um dos entrevistados, os critérios que cada alternativa dominou.

Para todas as matrizes de julgamento, a razão de inconsistência foi aceitável, apresentando valores inferiores a 0,1, valor este indicado como limite pelo método.

Pelas tabelas apresentadas no Anexo I, verifica-se que existem variações, até certas vezes expressivas, nos julgamentos dos tomadores de decisão, mostrando as preferências distintas entre critérios e alternativas de modais de transporte.

Um dos pontos que se pode notar claramente uma mudança de preferência, nos dois casos estudados, é na comparação entre o custo de estoque da opção que contempla a utilização do modal dutoviário. Como o oleoduto é operado pela Transpetro e todo o custo de estoque nas bases e no próprio oleoduto são ônus desta Companhia, o julgamento de seus dois técnicos aponta uma vantagem para os outros modais. De forma oposta, como os outros entrevistados pertencem a Companhias Distribuidoras, este custo não os afeta diretamente, mas sim os de outros modais, mostrando uma penalização para estes e favorecendo o transporte dutoviário.

4.5 – Aplicação do modelo

Com os dados de julgamento obtidos pelas entrevistas com os tomadores de decisão, utilizou-se o software Expert Choice (1994) para avaliar o processo de escolha do modal. Como resultado, pôde-se obter a importância de cada critério para o objetivo da análise e a priorização das alternativas na escolha do modal de transporte. As tabelas a seguir apresentam os resultados para a análise do abastecimento das Bases de Goiânia e de Cuiabá.

4.5.1 – Base de Goiânia

A Tabela 4.6 apresenta a ponderação de prioridades com relação à meta a ser atingida, a Tabela 4.7 mostra a dominância das alternativas para cada critério, enquanto que a Tabela 4.8 apresenta a priorização das alternativas possíveis para atendimento do mercado desta base.

Tabela 4.6 – Consolidação do Resultado obtido com o Expert Choice para a Base de Goiânia – ponderação dos critérios

Empresa	Critérios					
	CFRETE	CESTOQ	EXCSERV	PERDAS	TTRANSIT	CONFIAB
A	0,255	0,255	0,050	0,255	0,050	0,136
A	0,069	0,292	0,054	0,108	0,417	0,060
B	0,335	0,044	0,171	0,121	0,037	0,292
C	0,311	0,311	0,136	0,026	0,062	0,155
D	0,471	0,054	0,158	0,086	0,073	0,158
E	0,355	0,044	0,121	0,121	0,044	0,335
Soma	1,796	1,000	0,690	0,717	0,683	1,136

Tabela 4.7 – Alternativas dominantes em cada critério – Base de Goiânia

Empresa	Critérios						
	CFRETE	CESTOQ	EXCSERV	PERDAS	TTRANSIT	CONFIAB	Resultado
A	Duto	Rodo	Duto	Rodo	Duto	Duto	Rodo
A	Duto	Rodo	Duto	Rodo	Rodo	Duto	Rodo
B	Duto	Duto	Duto	Rodo	Duto	Rodo	Duto
C	Duto	Duto	Duto	Duto	Duto	Duto	Duto
D	Duto/Ferro	Duto	Rodo	Rodo/Duto	Duto	Rodo	Duto
E	Duto	Duto	Duto	Duto	Duto	Duto	Duto

Tabela 4.8 – Consolidação do Resultado obtido com o Expert Choice para a Base de Goiânia – escolha dos modais

Empresa	Modal Utilizado		
	Rodoviário	Dutoviário	Ferrovário
A	0,443	0,352	0,205
A	0,618	0,217	0,165
B	0,384	0,440	0,177
C	0,108	0,785	0,107
D	0,310	0,373	0,317
E	0,202	0,641	0,157
Soma	2,065	2,808	1,128

4.5.2 – Base de Cuiabá

A Tabela 4.9 apresenta a ponderação de prioridades com relação ao objetivo a ser atingido, a Tabela 4.10 mostra a dominância das alternativas para cada critério,

enquanto que a Tabela 4.11 apresenta a priorização das alternativas possíveis para atendimento do mercado desta base.

Tabela 4.9 – Consolidação do Resultado obtido com o Expert Choice para a Base de Cuiabá – ponderação dos critérios

Empresa	Critérios					
	CFRETE	CESTOQ	EXCSERV	PERDAS	TTRANSIT	CONFIAB
A	0,255	0,255	0,050	0,255	0,050	0,136
A	0,069	0,292	0,054	0,108	0,417	0,060
B	0,335	0,044	0,171	0,121	0,037	0,292
C	0,311	0,311	0,136	0,026	0,062	0,155
D	0,487	0,082	0,046	0,173	0,028	0,183
E	0,488	0,041	0,111	0,092	0,088	0,180
Soma	1,945	1,025	0,568	0,775	0,682	1,006

Tabela 4.10 – Alternativas dominantes em cada critério – Base de Cuiabá

Empresa	Critérios						Resultado
	CFRETE	CESTOQ	EXCSERV	PERDAS	TTRANSIT	CONFIAB	
A	FPATRATC	RPC	OPGRGC	RPC	OPGRGC	OPGRGC	RPC
A	RPC	RPC	OPGRGC	RPC	RPC	RPC	RPC
B	FPATRATC	OPGRGC	OPGRGC	RPC	OPGRGC	RPC	OPGRGC
C	OPGRGC	OPGRGC	OPGRGC	OPGRGC	OPGRGC	OPGRGC	OPGRGC
D	FPATRATC	OPGRGC/RPC	RPC	OPGRGC/RPC	OPGRGC/RPC	RPC	FPATRATC
E	FPATRATC	OPGRGC	OPGRGC	RPC	OPGRGC/RPC	OPGRGC/RPC	OPGRGC

Tabela 4.11 – Consolidação do Resultado obtido com o Expert Choice para a Base de Cuiabá – escolha dos modais

Empresa	Modal Utilizado					
	OPG RGC	FPG RGC	RPG RGC	RPC	FPCGRGC	FPATRATC
A	0,229	0,087	0,135	0,262	0,119	0,168
A	0,080	0,075	0,192	0,467	0,059	0,127
B	0,245	0,105	0,198	0,208	0,084	0,161
C	0,552	0,068	0,109	0,138	0,063	0,070
D	0,200	0,151	0,101	0,191	0,120	0,237
E	0,246	0,134	0,121	0,203	0,126	0,169
Soma	1,552	0,620	0,856	1,469	0,571	0,932

4.6 – Análise dos resultados

Nas Tabelas 4.6 a 4.11 acima, para destacar os itens que apresentam as principais preferências e opções de escolha modal, ressaltamos as células em amarelo e os valores obtidos em negrito. Naquelas onde estão indicados os pesos que cada critério tem para a escolha modal, tabelas 4.6 e 4.9, podemos observar que o item que apresenta maior importância para os tomadores de decisão é o custo de frete/tarifa.

Inicialmente, já no levantamento dos seis critérios que seriam utilizados para a aplicação do método, o valor do frete/tarifa foi escolhido por todos os entrevistados, sendo aquele que apresentou o maior número de indicações. Agora, com a aplicação da metodologia do AHP, verifica-se que este critério foi o que apresentou maior percentual de importância para a escolha do modal de transporte. Dos seis entrevistados, cinco atribuíram pesos nas comparações entre critérios que levaram a indicação deste item como o de maior importância, sendo que, para alguns entrevistados, o custo do frete divide a preferência com outros critérios.

Se for considerado o somatório das preferências dos entrevistados, verifica-se que este critério é responsável por cerca de 32% de importância na escolha modal. Se for acrescentado o critério custo de estoque, este percentual fica em torno de 50%, ficando os quatro critérios restantes com os outros 50% de importância. Assim, fica evidenciado que o custo do frete é o critério de maior importância.

Já para a escolha do modal de transporte para as bases de distribuição pode-se observar que:

- para a base de Goiânia, os julgamentos realizados levaram a uma maior indicação para a solução com utilização do transporte dutoviário, sendo o preferido para quatro técnicos, enquanto que o rodoviário foi indicado por outros dois.

Em contato com a base de distribuição da BR Distribuidora de Goiânia, operadora do pool das companhias distribuidoras que pertencem ao SINDICOM, constatou-

seque este é de fato o modal utilizado para o atendimento de quase a totalidade da demanda daquela região.

A partir da consolidação das informações, obtidas através de um banco de dados de responsabilidade da ANP, que apresenta a movimentação de derivados em todo o país no ano de 2001, mostrada no Anexo III, constatou-se que para diesel e gasolina, 83% do volume foi transportado por oleoduto, 11% por rodovia e 6% por ferrovia. Para este último modal, Betim é a principal fonte supridora.

Outro ponto que merece comentário, e conforme já mencionado no item 4.4, refere-se ao fato de que, em função do peso atribuído pelos técnicos da Transpetro para o custo de estoque na comparação das alternativas modais possíveis, aquelas que utilizam o transporte dutoviário sofreram maior penalização, e com isto, houve influência deste fator na solução apontada pelo modelo, que foi o transporte rodoviário.

- para a base de Cuiabá, percebe-se que para três técnicos, o transporte com utilização do oleoduto Paulínia/Goiânia em conjunto com o transporte rodoviário Goiânia/Cuiabá foi o que apresentou maior percentual de preferência, enquanto que para dois a indicação foi do transporte rodoviário direto de Paulínia e para um foi a utilização da ferrovia até Alto Taquari e rodovia entre Alto Taquari e Cuiabá.

Consultando a Base da BR de Cuiabá sobre a forma do abastecimento daquela região, verificou-se que existem três companhias com base de distribuição em Cuiabá (BR, Esso e Agip) e uma em Alto Taquari (Ipiranga). Para a BR, cerca de 50% do atendimento é feito diretamente por rodovia tendo a origem em Paulínia, 40% utilizando o transporte ferroviário até Alto Taquari e rodovia de Alto Taquari até Cuiabá e 10 % utilizando o oleoduto Paulínia/Goiânia e rodovia entre Goiânia e Cuiabá.

Com base no banco de dados originário da ANP para o ano de 2001, cerca de 59% tem como origem o transporte rodoviário de Paulínia, 28% utilizam o oleoduto Paulínia/Goiânia e rodovia entre Goiânia e Cuiabá, 8% foram realizados por ferrovia até Campo Grande e rodovia entre Campo Grande e Cuiabá e 5% através

de outras formas (incluindo o transporte ferroviário até Alto Taquari e rodovia de Alto Taquari até Cuiabá).

Estas modalidades de atendimento também foram as mesmas indicadas pelo modelo de escolha utilizando o AHP, entretanto, os percentuais de utilização de cada alternativa sofreram variações.

De acordo com as informações do Gerente da BR de Cuiabá, um dos fatores que fazem com que a utilização do modal rodoviário, diretamente de Paulínia, seja elevada é que os transportadores transferem álcool combustível da Região Centro Oeste para São Paulo e carregam derivados em Paulínia para o atendimento de Cuiabá, permitindo a utilização de frete de retorno e com isto reduzindo o custo para atendimento desta base de distribuição.

Observando a tabela 4.11, verifica-se que o transporte rodoviário foi a primeira opção para duas pessoas e a segunda para outras três, dando a indicação que este modal tem um grande percentual de preferência.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1 - Conclusões

Este trabalho apresentou a aplicação de um método multicritério, no caso a Análise Hierárquica de Processo (AHP), para a escolha do modal de transporte de derivados de petróleo. Identificou-se, primeiramente na literatura, quais são os critérios de maior relevância para a decisão de escolha do modal de transporte e depois, com os tomadores de decisão, quais os considerados como principais neste processo.

Verificou-se que o valor de frete/tarifa apresentou maior percentual de importância para a escolha do modal de transporte e que critérios ligados à performance de serviços têm menor peso na decisão final.

O AHP mostrou-se de fácil aplicação. Os técnicos consultados não tinham qualquer conhecimento anterior deste método e a partir de instruções do seu funcionamento e exemplos de como proceder no julgamento, não houve maiores problemas para o preenchimento das matrizes de comparação entre os critérios e das alternativas de soluções possíveis.

O método possui como característica uma forma racional de análise de um problema. Para utilizá-lo, deve-se desenhar a estrutura hierárquica do problema e com isso, há a oportunidade de perceber e organizar aqueles fatores que são mais relevantes para a sua solução. Isso facilita o melhor entendimento do problema, apoiando e organizando o raciocínio para a busca da melhor solução.

Pelo fato do método trabalhar com critérios qualitativos, a subjetividade no julgamento da preferência de um em relação ao outro se torna visível. Isso pode ser percebido, por vezes, pela grande diferença nos pesos atribuídos nas comparações de critérios e alternativas. Logo, este método preserva a preferência

do tomador de decisão, fato realçado pelos diferentes resultados expressos pela experiência pessoal e preferências dos diversos técnicos consultados.

As indicações apresentados com a utilização do AHP estão compatíveis com os dados de utilização dos modais para atendimento das Bases de Goiânia e Cuiabá, conforme informações obtidas com os gerentes de operações da BR Distribuidora das duas bases e a partir dos dados ocorridos em 2001.

Além disso, o método AHP tem a vantagem de apresentar uma estruturação e organização do problema a ser solucionado, o que vem facilitar a sua resolução. Outro ponto importante a ressaltar é que este método permite a incorporação de fatores qualitativos na análise do problema, permitindo considerar a sua influência na decisão final. Desta forma, a aplicação do AHP incorpora uma metodologia consistente no processo de escolha do modo de transporte para derivados de petróleo.

5.2 - Recomendações

Como sugestão de continuidade do trabalho, recomenda-se que a aplicação do método seja feita com vários técnicos de uma mesma companhia. Isto viria possibilitar a busca do consenso no julgamento dos técnicos e, com os resultados obtidos, avaliar a metodologia proposta com o praticado pela companhia.

Bibliografia:

1. Agência Nacional do Petróleo (ANP) - Anuário Estatístico da Indústria Brasileira do Petróleo e do Gás Natural, 2000.
2. Agência Nacional do Petróleo (ANP) - Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, 2002.
3. BAGCHI, P. K. Carrier selection: the analytic hierarchy process. The Logistics and Transportation Review, v25 n1 p63, March 1989.
4. BALLOU, R. H. Logística Empresarial: transportes, administração de materiais e distribuição física, São Paulo , Atlas, 1993.
5. BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. Logistical Management, The Integrated Supply Chain Process, McGraw-Hill, 1996.
6. Cadernos Petrobras. O Transporte de Petróleo e Derivados no Brasil, 1983.
7. COLLIN, A. The Analytic Hierarchi Process. Dr. Dobb's Journal, February, 1999.
8. COPACINO, W. C. Carrier selection in the 90's. Traffic Management, v30 n1 p47, Jan. 1991.
9. COYLE, J., BARDI, E., LANGLEY, C. J. The Management of Business Logistics, New York, West Publishing Company, 1996.
10. FIGUEIREDO, K., ARKADER, R., SILVA, C. R. L., HIJJAR, M. F. Dimensões relevantes de serviço ao cliente na distribuição de alimentos: um estudo entre atacadistas e varejistas no Brasil. In: (organização) FLEURY, P.F., WANKE, P., FIGUEIREDO, K. Logística empresarial: a perspectiva

- brasileira. São Paulo: Atlas, 2000. – (Coleção COPPEAD de Administração). 371 p. p. 93-105.
11. FLEURY, P. F. Gestão Estratégica do Transporte. Revista Tecnológica, no. 82, pp. 60-66, Setembro 2002.
 12. FLEURY, P. F., SILVA, C. R. L. Avaliação do serviço de distribuição física: relação entre a indústria de bens de consumo e o comércio atacadista e varejista. In: (organização) FLEURY, P.F., WANKE, P., FIGUEIREDO, K. Logística empresarial: a perspectiva brasileira. São Paulo: Atlas, 2000. – (Coleção COPPEAD de Administração). 371 p. p. 76-92.
 13. FLEURY, P. F.; NAZÁRIO, P.; WANKE, P. O papel do transporte na estratégia logística. Revista Tecnológica, no. 61, Dezembro de 2000.
 14. Gazeta Mercantil - Panorama Setorial - Análise Setorial – A Indústria do Petróleo (Vol.1), Abril de 1999.
 15. GEIPOT – Empresa Brasileira de Planejamento de Transporte – Análise das alternativas de transporte ferroviário de derivados de petróleo – Situação atual, 1998.
 16. GOMES, C.F.S., ROCHA, M.A.L. Aplicação da Modelagem de Preferências no Apoio à Decisão Multicritério. In: XVII ENEGEP, Gramado, RS, 1997.
 17. GRANEMANN, S. R., GARTNER, I. R. Seleção de financiamento para aquisição de aeronaves: aplicação de métodos multicritérios de apoio à decisão, 1998.
 18. HIJJAR, M. F. Segmentação de mercado para diferenciação dos serviços logísticos. In: (organização) FLEURY, P.F., WANKE, P., FIGUEIREDO, K. Logística empresarial: a perspectiva brasileira. São Paulo: Atlas, 2000. – (Coleção COPPEAD de Administração). 371 p. p. 57-65.

19. HILL, P. R., NYDICK, R. L. Using the Analytic Hierarchy Process to Structure the Supplier Selection Procedure. *International Journal of Purchasing and Materials Management*, vol. 28, no. 2, pp. 31-36, Spring 1992.
20. LAMBERT, D. M., STOCK, J. R., VANTINE, J. G. *Administração Estratégica da Logística*, São Paulo: Vantine Consultoria, 1998.
21. LIBERATORE, M. J., MILLER, Tan. A decision support approach for transport carrier and mode selection. *Journal of Business Logistics*, Vol. 16 Issue 2, 1995.
22. LIBERATORE, M. J., MILLER, T. Strategic moves in the transportation pipeline. *Distribution*, v95 n2 p24(5), Feb 1996.
23. LIMA, M. L. P., GONÇALVES, M. B. Determinação dos atributos mais relevantes para os usuários de um corredor de transporte usando a técnica de preferência declarada. In: XIII ANPET CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 1999.
24. LIMA, M. P. *O Custeio do Transporte Rodoviário*. Centro de Estudos de Logística UFRJ, 2001.
25. LOPES, L. A. S., PALLAVICINI, A. Distribuição de Combustíveis: Transporte e Armazenagem. In: VI ANPET CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 1992.
26. MARCHESI, M. J. Metodologia para considerar perdas na avaliação de caminhos multimodais para graneis. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 2001.
27. MASSLER, J. A. V., STRAMBI, O. O uso de segmentação da demanda para melhoria de modelos de escolha modal do tipo Logit Multinomial. In: XIII

- ANPET CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 1999.
28. MIN, H. Location analysis of international consolidation terminals using the analytic hierarchy process. *Journal of Business Logistics*, Vol.15 Issue 2, p25, 1994.
29. MOREIRA, J.B. Microeconomia. Rio de Janeiro, Campus, 1983.
30. MURPHY, D. J., FARRIS, M. T. Timebased strategy and carrier selection. *Journal of Business Logistics*, Vol.145 Issue 2, p25, 1993.
31. NAZÁRIO, P. Intermodalidade: Importância para a Logística e Estágio Atual no Brasil. Centro de Estudos em Logística, 2000.
32. NOVAES, A. G. Logística e Gerenciamento da Cadeia de Distribuição: estratégia, operação e avaliação, Rio de Janeiro, Campus, 2001.
33. PEDERSEN, E. L., GRAY, R. The transport selection criteria of Norwegian exporters. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, Vol. 28 No 2, pp. 108-120, 1998.
34. PEREIRA, C. A. A. Priorização de Investimentos em uma cadeia logística completa. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 1999.
35. SAATY, T. L. Método de Análise Hierárquica. São Paulo: Makron Books, 1991.
36. SCHMIDT, A. M. A. Processo de Apoio a Tomada de Decisão – Abordagens AHP e MACBETH. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFSC, 1995.

37. SENNA, L. A. S., LINDAU, L. A., AZAMBUJA, A. M. V. Avaliando a demanda potencial do trensub através de técnica de preferência declarada. In: IX ANPET CONGRESSO DE PESQUISA E ENSINO EM TRANSPORTES, 1995.
38. SILVEIRA, J. P. A Abertura do Mercado de Abastecimento de Combustíveis: A Nova Estrutura Tributária e a Evolução da Desregulamentação de Preços. Superintendência de Estudos Estratégicos – ANP, 2002.

Referências Bibliográficas:

1. ALVIM, B.G., NOVAES, A.G. Análise de Preferência Declarada com Experimentos de Escolha- Um Estudo de Caso para Serviços de Fretamento. Anais IX ANPET, São Carlos, 1995.
2. AZAMBUJA, A. M. V. Estimação de Modelos Comportamentais Utilizando a Técnica de Preferência Declarada: o caso da variabilidade dos tempos de viagem no transporte de grãos no Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado, UFRGS, Porto Alegre, 1995.
3. CONSTABLE, G. K., WHYBARK, D. C. The Interaction of Transportation and Inventory Decision. Decision Sciences 9, no 4, pp. 688-699, (1978).
4. CHRISTOPHER, M. Logistics and supply chain management. Londres: Pitman, 1992.
5. Heskett, J.L., Sasser Jr., W.E., Schlesinger, L.A. The service profit chain. New York: Free Press, 1997.
6. NOVAES, A. G. Sistemas de Transportes: Análise da Demanda. Edgard Blücher, São Paulo, 1986.
7. NOVAES, A. G., ALVARENGA, A., Logística Aplicada: suprimento e distribuição física. São Paulo, Pioneira, 1994.
8. SCHLUTER, M. R., SENNA, L. A. S. As Decisões de Aquisição de Serviços de Transporte do Pequeno Varejista. Anais XIII ANPET, São Carlos, 1999.
9. VARIAN, H. R. Microeconomia: Princípios Básicos. Campus, Rio de Janeiro, 1994.

ANEXO I

Tabela A1.1 – Resumo dos pesos atribuídos na comparação entre os critérios – Base de Goiânia

Matriz de Comparação entre Critérios - Base de Goiânia

Custo do frete/tarifa	CFRETE
Custo de estoques (trânsito e origem/destino)	CESTOQ
Comprometimento com a excelência dos serviços	EXCSERV
Prover serviços que não causem perdas/danos no produtos enquanto em trânsito	PERDAS
Tempos de trânsito confiáveis	TTRANSIT
Confiabilidade (confiança nas transferências agendadas, consistência do serviço)	CONFIAB

	CESTOQ						EXCSERV						PERDAS						TTRANSIT						CONFIAB					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
CFRETE	1,00	0,20	9,00	1,00	9,00	7,00	5,00	1,00	2,00	3,00	3,00	3,00	1,00	1,00	3,00	7,00	5,00	3,00	5,00	0,20	9,00	5,00	7,00	7,00	2,00	1,00	1,00	3,00	3,00	1,00
CESTOQ							5,00	5,00	0,25	3,00	0,33	0,33	1,00	3,00	0,33	7,00	0,50	0,33	5,00	1,00	2,00	5,00	1,00	1,00	2,00	3,00	0,11	3,00	0,33	0,14
EXCSERV													0,20	0,33	2,00	7,00	2,00	1,00	1,00	0,14	4,00	3,00	2,00	3,00	0,33	1,00	0,50	1,00	1,00	0,33
PERDAS																			5,00	0,14	4,00	0,20	1,00	3,00	2,00	3,00	0,50	0,14	0,50	0,33
TTRANSIT																									0,33	7,00	0,20	0,20	0,50	0,14

Tabela A1.2 – Resumo dos pesos atribuídos na comparação das alternativas para cada critério – Base de Goiânia

Matrizes de comparação entre as opções - Base de Goiânia

Critério: CFRETE

	Ferrovia						Rodovia					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
Oleoduto	2,00	5,00	2,00	7,00	1,00	3,00	5,00	9,00	4,00	9,00	2,00	5,00
Ferrovia							3,00	4,00	2,00	3,00	2,00	2,00

Critério: PERDAS

	Ferrovia						Rodovia					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
Oleoduto	3,00	0,20	3,00	3,00	2,00	3,00	0,20	0,14	0,25	3,00	1,00	3,00
Ferrovia							0,11	0,33	0,11	1,00	0,50	1,00

Critério: CESTOQ

	Ferrovia						Rodovia					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
Oleoduto	0,33	0,20	3,00	7,00	3,00	5,00	0,20	0,11	2,00	9,00	2,00	3,00
Ferrovia							0,33	0,33	0,50	1,00	0,50	0,33

Critério: TTRANSIT

	Ferrovia						Rodovia					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
Oleoduto	5,00	3,00	4,00	9,00	3,00	9,00	3,00	0,14	2,00	7,00	2,00	5,00
Ferrovia							0,33	0,11	0,50	0,33	0,50	0,33

Critério: EXCSERV

	Ferrovia						Rodovia					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
Oleoduto	2,00	7,00	3,00	9,00	1,00	5,00	3,00	5,00	2,00	7,00	0,50	3,00
Ferrovia							2,00	0,33	0,33	0,33	0,50	0,33

Critério: CONFIAB

	Ferrovia						Rodovia					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
Oleoduto	3,00	6,00	2,00	9,00	1,00	5,00	2,00	3,00	0,50	7,00	0,50	3,00
Ferrovia							0,50	0,33	0,14	0,33	0,50	0,33

Tabela A1.3 – Resumo dos pesos atribuídos na comparação entre os critérios – Base de Cuiabá

Matriz de Comparação entre Critérios - Base de Cuiabá

Custo do frete/tarifa	CFRETE
Custo de estoques (trânsito e origem/destino)	CESTOQ
Comprometimento com a excelência dos serviços	EXCSERV
Prover serviços que não causem perdas/danos no produtos enquanto em trânsito	PERDAS
Tempos de trânsito confiáveis	TTRANSIT
Confiabilidade (confiança nas transferências agendadas, consistência do serviço)	CONFIAB

	CESTOQ						EXCSERV						PERDAS						TTRANSIT						CONFIAB					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
CFRETE	1,00	0,20	9,00	1,00	9,00	9,00	5,00	1,00	2,00	3,00	7,00	5,00	1,00	1,00	3,00	7,00	5,00	5,00	5,00	0,20	9,00	5,00	7,00	7,00	2,00	1,00	1,00	3,00	3,00	3,00
CESTOQ							5,00	5,00	0,25	3,00	3,00	0,33	1,00	3,00	0,33	7,00	0,33	0,33	5,00	1,00	2,00	5,00	5,00	0,33	2,00	3,00	0,11	3,00	0,33	0,33
EXCSERV													0,20	0,33	2,00	7,00	0,20	1,00	1,00	0,14	4,00	3,00	3,00	1,00	0,33	1,00	0,50	1,00	0,20	1,00
PERDAS																			5,00	0,14	4,00	0,20	7,00	1,00	2,00	3,00	0,50	0,14	1,00	0,33
TTRANSIT																									0,33	7,00	0,20	0,20	0,14	0,33

Oleoduto Paulínia/Goiânia e rodovia Goiânia/Cuiabá	OPG RGC
Ferrovia Paulínia/Goiânia e rodovia Goiânia/Cuiabá	FPG RGC
Rodovia Paulínia/Goiânia e rodovia Goiânia/Cuiabá	RPG RGC
Rodovia Paulínia/Cuiabá	RPC
Ferrovia Paulínia/Campo Grande e rodovia Campo Grande/Cuiabá	FPCGRCGC
Ferrovia Paulínia/Alto Taquari e rodovia Alto Taquari/Cuiabá	FPATRATC

Tabela A1.4 – Resumo dos pesos atribuídos na comparação das alternativas para cada critério – Base de Cuiabá

Matrizes de comparação entre as opções - Base de Cuiabá

Critério: CFRETE

	FPG RGC						RPG RGC						RPC						FPCGRGCG						FPATRATC					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
OPG RGC	3,00	3,00	2,00	7,00	1,00	1,00	6,00	4,00	5,00	9,00	7,00	3,00	2,00	1,00	4,00	9,00	2,00	1,00	3,00	5,00	2,00	7,00	1,00	1,00	2,00	1,00	0,50	7,00	0,50	1,00
FPG RGC							3,00	3,00	3,00	3,00	7,00	1,00	1,00	0,33	2,00	3,00	2,00	1,00	0,25	4,00	2,00	1,00	1,00	1,00	0,14	0,33	0,50	1,00	0,50	1,00
RPG RGC													0,20	0,33	0,50	0,50	0,33	1,00	0,20	4,00	0,50	0,33	0,14	1,00	0,14	1,00	0,33	0,33	0,11	0,33
RPC																			0,33	8,00	0,50	0,33	0,50	1,00	0,17	5,00	0,33	0,33	0,25	0,33
FPCGRGCG																									0,33	0,25	0,50	0,50	0,50	1,00

Critério: CESTOQ

	FPG RGC						RPG RGC						RPC						FPCGRGCG						FPATRATC					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
OPG RGC	0,50	0,33	6,00	7,00	4,00	5,00	0,33	0,20	5,00	5,00	3,00	3,00	0,20	0,11	4,00	5,00	1,00	3,00	0,25	0,20	6,00	7,00	9,00	7,00	0,25	0,25	5,00	7,00	2,00	7,00
FPG RGC							0,50	0,20	0,50	0,33	1,00	0,33	0,25	0,17	0,50	0,33	0,25	0,33	1,00	2,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	0,33	0,33	1,00	0,50	1,00
RPG RGC													0,25	0,14	0,50	1,00	0,33	1,00	2,00	2,00	1,00	5,00	3,00	3,00	2,00	1,00	0,33	5,00	0,50	3,00
RPC																			3,00	6,00	2,00	5,00	9,00	3,00	3,00	3,00	1,00	5,00	2,00	3,00
FPCGRGCG																									1,00	0,33	1,00	1,00	0,20	1,00

Critério: EXCSERV

	FPG RGC						RPG RGC						RPC						FPCGRGCG						FPATRATC					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
OPG RGC	3,00	5,00	3,00	7,00	2,00	7,00	7,00	5,00	2,00	5,00	1,00	3,00	6,00	5,00	2,00	5,00	0,50	3,00	3,00	5,00	3,00	7,00	5,00	5,00	3,00	5,00	3,00	7,00	2,00	5,00
FPG RGC							5,00	0,20	0,50	0,33	0,50	0,20	3,00	0,20	0,50	0,20	0,25	0,20	1,00	1,00	1,00	1,00	3,00	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,33
RPG RGC													0,33	0,33	1,00	0,33	0,50	1,00	0,20	3,00	2,00	3,00	5,00	3,00	0,20	3,00	2,00	3,00	2,00	3,00
RPC																			0,33	3,00	2,00	5,00	9,00	3,00	0,33	3,00	2,00	5,00	4,00	3,00
FPCGRGCG																									1,00	1,00	1,00	1,00	0,33	1,00

Tabela A1.4 – Resumo dos pesos atribuídos na comparação das alternativas para cada critério – Base de Cuiabá (cont.)

Critério: PERDAS

	FPG RGC						RPG RGC						RPC						FPCGRGCG						FPATRATC						
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	
OPG RGC	2,00	0,33	2,00	5,00	2,00	1,00	0,50	0,20	0,11	3,00	1,00	1,00	0,33	0,17	0,11	3,00	1,00	0,33	2,00	0,33	2,00	5,00	3,00	1,00	2,00	0,33	2,00	5,00	2,00	1,00	
FPG RGC							0,50	0,25	0,11	0,33	0,50	1,00	0,33	0,20	0,11	0,20	0,50	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	2,00	1,00	1,00	0,33	1,00	1,00	1,00	1,00	
RPG RGC													0,50	0,33	1,00	0,33	1,00	0,33	2,00	5,00	9,00	3,00	3,00	1,00	2,00	5,00	9,00	3,00	2,00	1,00	
RPC																			3,00	5,00	9,00	5,00	3,00	3,00	3,00	5,00	9,00	5,00	2,00	3,00	
FPCGRGCG																										1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00

Critério: TTRANSIT

	FPG RGC						RPG RGC						RPC						FPCGRGCG						FPATRATC					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
OPG RGC	5,00	0,33	6,00	7,00	4,00	3,00	4,00	0,14	3,00	5,00	3,00	3,00	3,00	0,11	3,00	3,00	1,00	1,00	5,00	0,33	6,00	9,00	9,00	5,00	5,00	0,33	5,00	9,00	2,00	7,00
FPG RGC							0,50	0,33	0,50	0,33	1,00	1,00	0,25	0,14	0,50	0,20	0,25	0,33	1,00	3,00	1,00	1,00	2,00	2,00	1,00	0,33	0,50	1,00	0,50	2,00
RPG RGC													0,33	0,20	1,00	0,33	0,33	0,33	3,00	5,00	2,00	3,00	3,00	2,00	3,00	3,00	2,00	3,00	0,50	2,00
RPC																			4,00	9,00	2,00	5,00	9,00	5,00	4,00	6,00	2,00	5,00	2,00	7,00
FPCGRGCG																									1,00	0,33	0,50	1,00	0,20	1,00

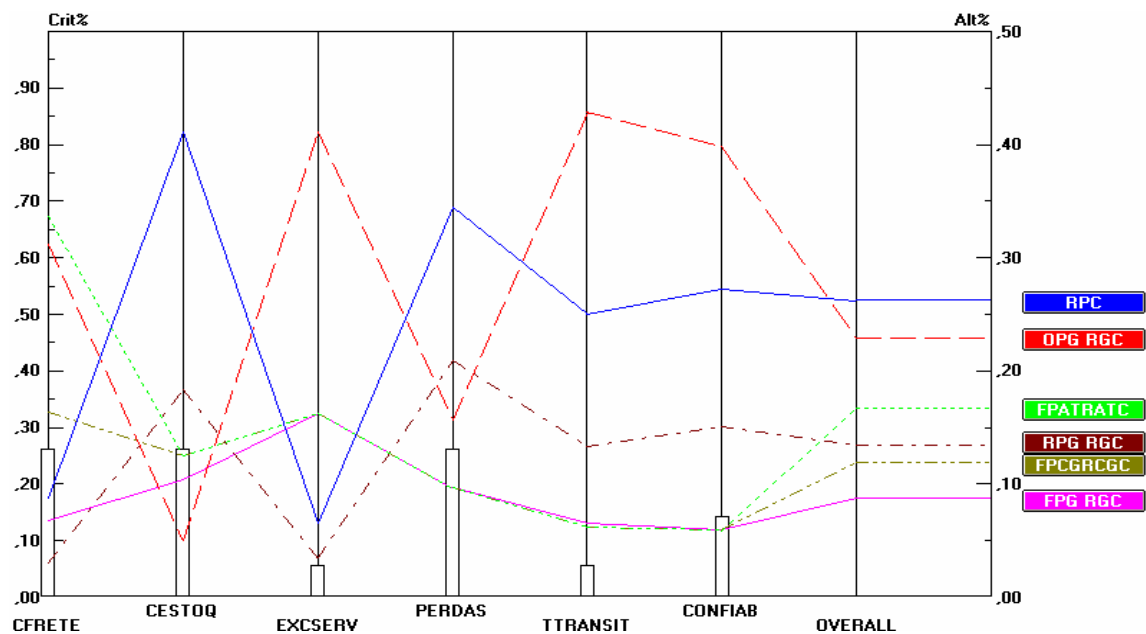
Critério: CONFIAB

	FPG RGC						RPG RGC						RPC						FPCGRGCG						FPATRATC					
	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F	A	B	C	D	E	F
OPG RGC	5,00	4,00	4,00	9,00	1,00	3,00	4,00	0,20	0,50	9,00	1,00	3,00	2,00	0,14	0,50	9,00	0,50	1,00	5,00	1,00	5,00	9,00	2,00	5,00	5,00	1,00	3,00	9,00	1,00	7,00
FPG RGC							0,33	0,20	0,20	0,33	1,00	1,00	0,20	0,25	0,20	0,33	0,50	0,33	1,00	0,33	2,00	1,00	2,00	2,00	1,00	0,20	0,50	1,00	1,00	2,00
RPG RGC													0,50	0,33	1,00	1,00	0,50	0,33	3,00	5,00	7,00	3,00	2,00	2,00	3,00	3,00	5,00	3,00	1,00	2,00
RPC																			5,00	5,00	7,00	3,00	4,00	5,00	5,00	3,00	5,00	3,00	2,00	7,00
FPCGRGCG																									1,00	0,33	0,50	1,00	0,50	1,00

ANEXO II

Gráfico A2.1 – Desempenho das Alternativas – Empresa A

Base de Cuiabá



Base de Goiânia

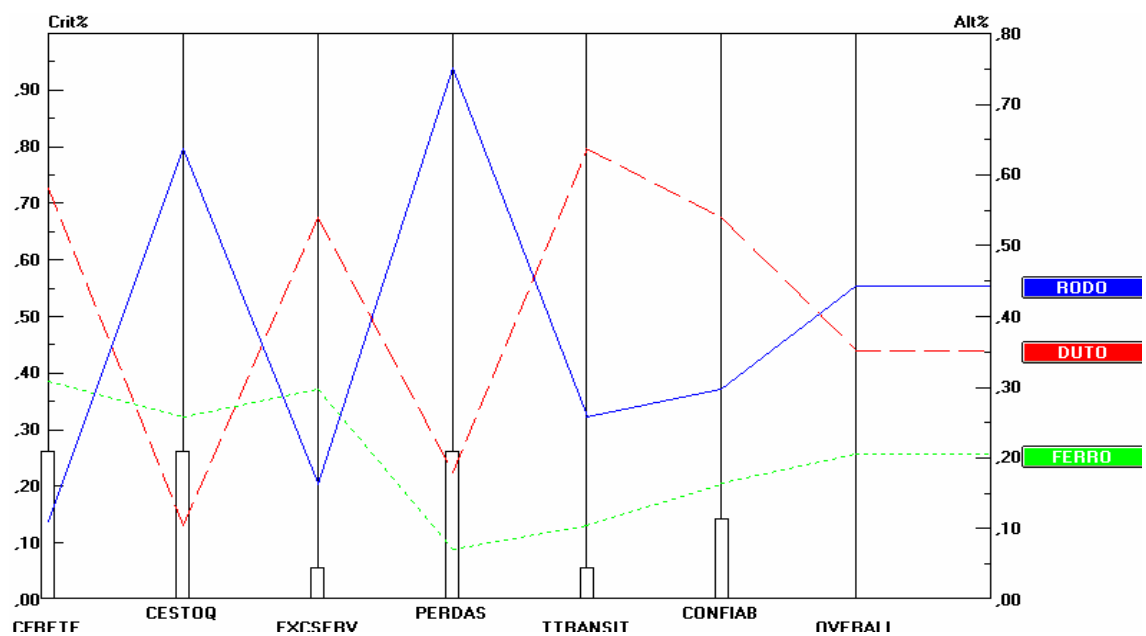
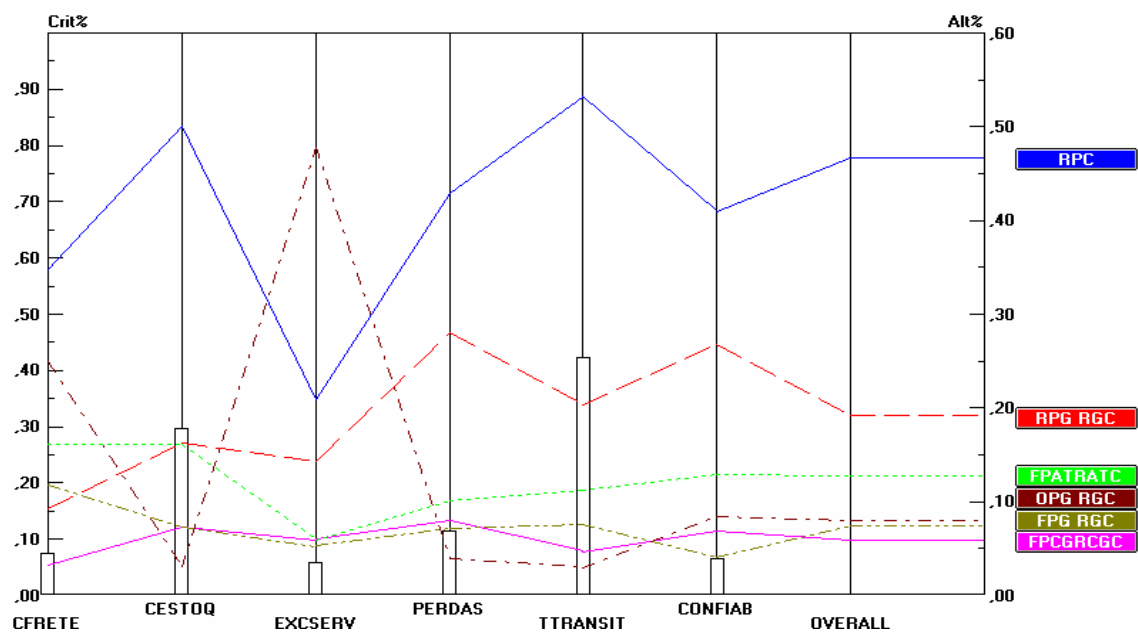


Gráfico A2.2 – Desempenho das Alternativas – Empresa A

Base de Cuiabá



Base de Goiânia

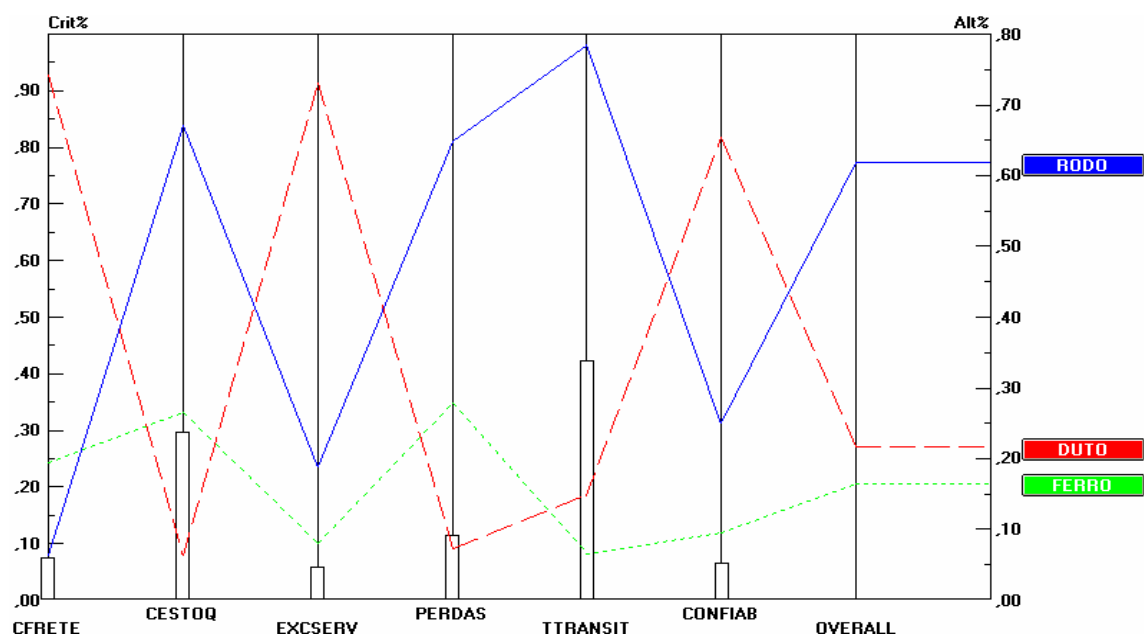
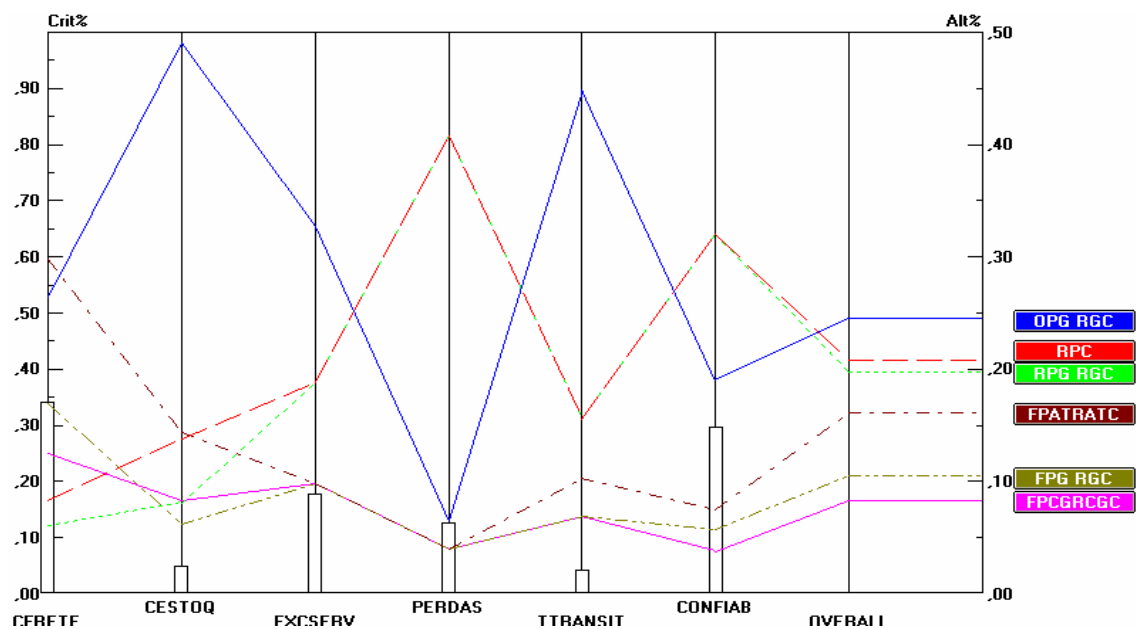


Gráfico A2.3 – Desempenho das Alternativas – Empresa B

Base de Cuiabá



Base de Goiânia

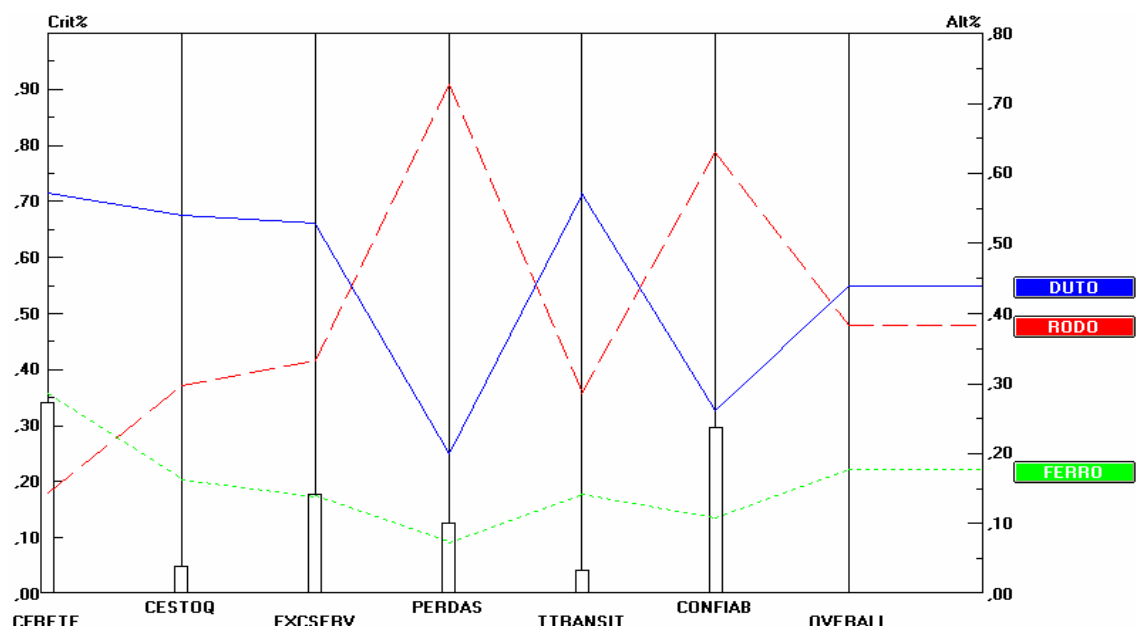
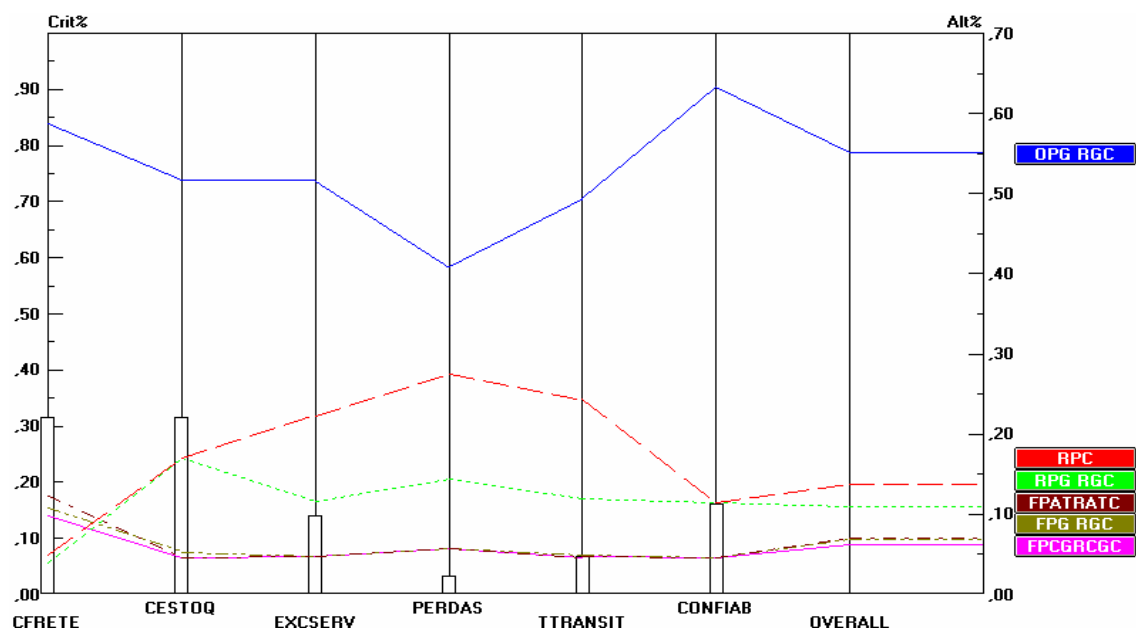


Gráfico A2.4 – Desempenho das Alternativas – Empresa C

Base de Cuiabá



Base de Goiânia

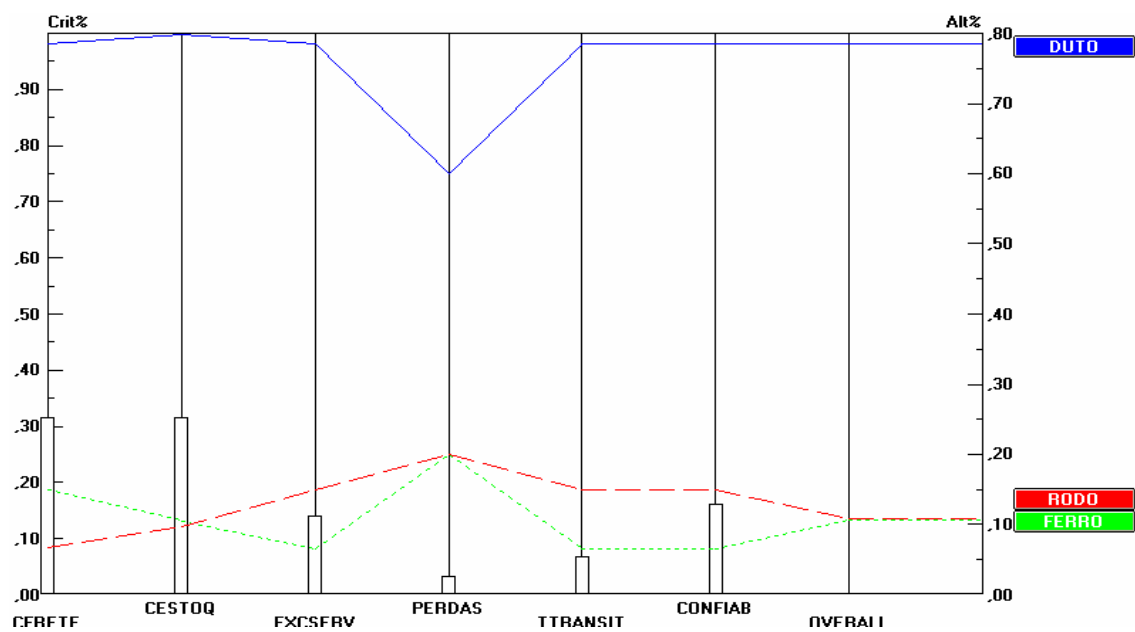
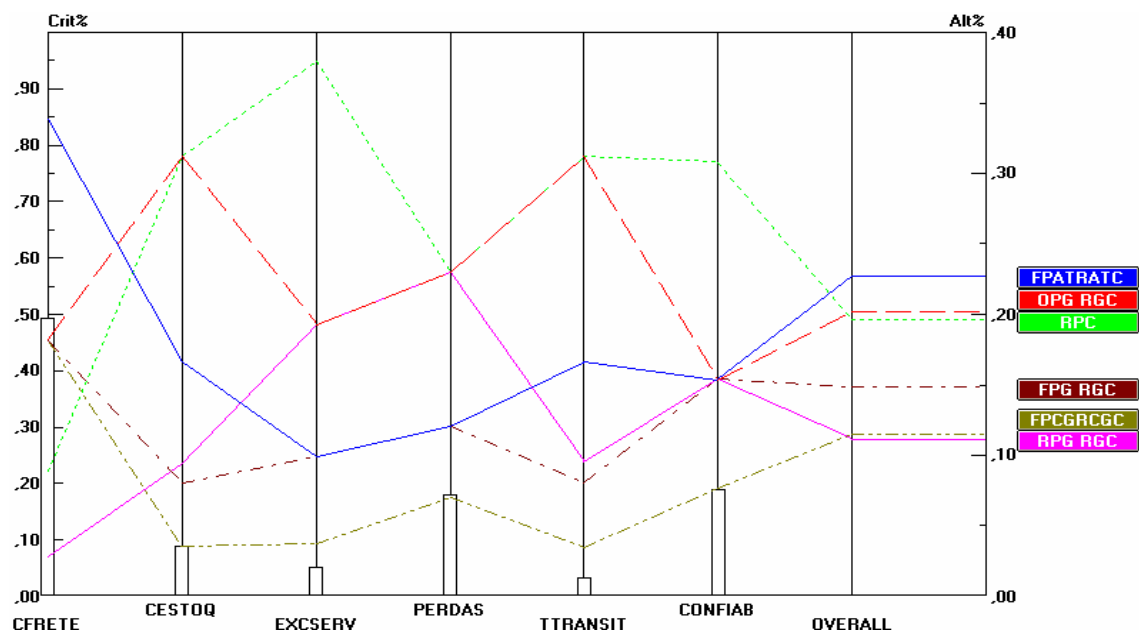


Gráfico A2.5 – Desempenho das Alternativas – Empresa D

Base de Cuiabá



Base de Goiânia

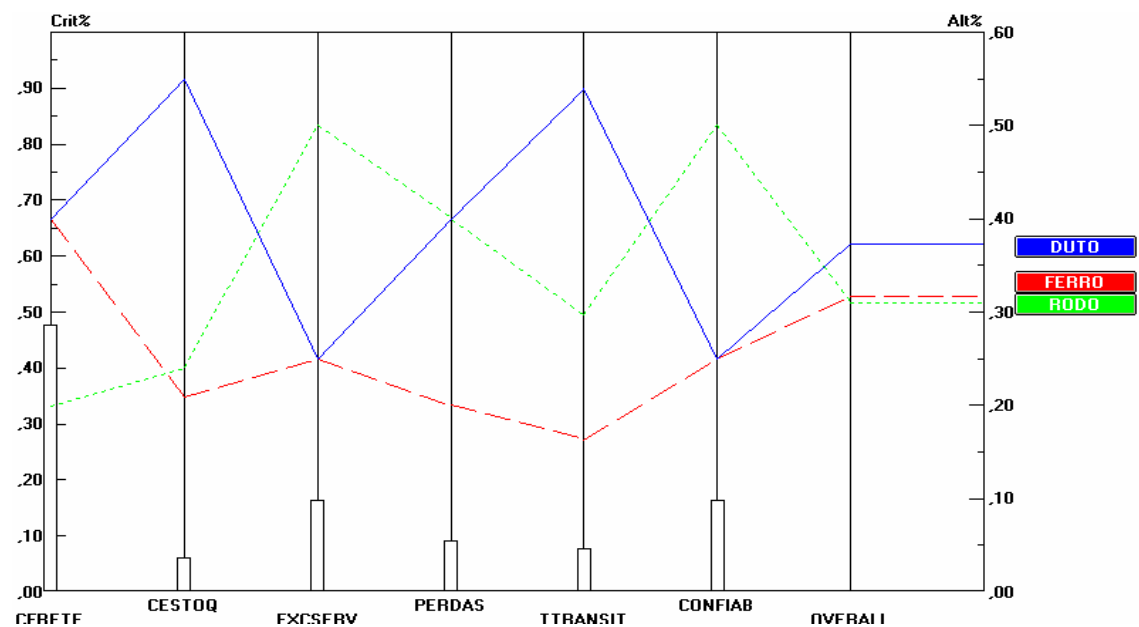
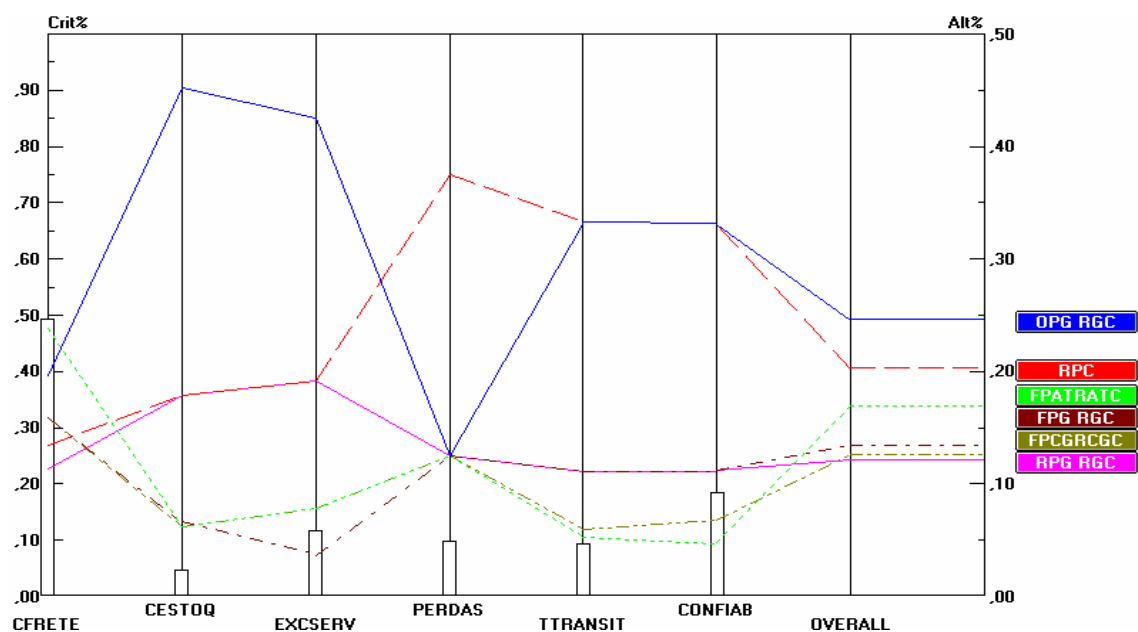
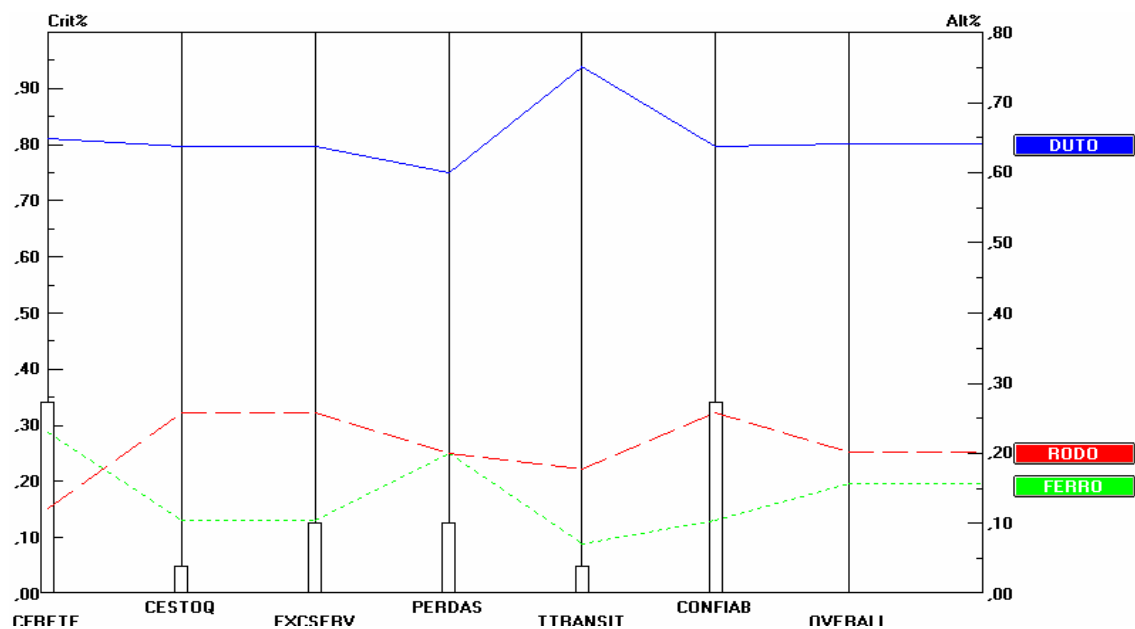


Gráfico A2.6 – Desempenho das Alternativas – Empresa E

Base de Cuiabá



Base de Goiânia



ANEXO III

Movimentação para a Base de Goiânia (ano: 2001)

Produto	Transporte	Origem	Volume (m3)
Gasolina A	Ferrovário	Betim	22.345
Gasolina A	Ferrovário	Paulínia	2.483
Gasolina A	Dutovário	Paulínia	144.333
Gasolina A	Rodovário	Paulínia	5.346
Gasolina A	Rodovário	Uberlândia	741
Gasolina A	Rodovário	R. Preto	95
Gasolina A	Rodovário	S. J. Rio Preto	120
Gasolina A	Rodovário	Outros	10.357
Total Gasolina A			185.820
Diesel	Ferrovário	Betim	13.417
Diesel	Dutovário	Paulínia	329.969
Diesel	Rodovário	Paulínia	40.831
Diesel	Rodovário	Uberlândia	4.473
Diesel	Rodovário	R. Preto	109
Diesel	Rodovário	S. J. Rio Preto	60
Diesel	Rodovário	Outros	36
Total Diesel			388.895

	(m3)	(%)
Ferrovário	38.246	6,7%
Dutovário	474.301	82,5%
Rodovário	62.168	10,8%

Movimentação para a Base de Cuiabá (ano: 2001)

Produto	Transporte	Origem	Volume (m3)
Gasolina A	Rodoviário	Goiânia	40.374
Gasolina A	Rodoviário	Paulínia	99.393
Gasolina A	Rodoviário	Uberlândia	1.532
Gasolina A	Rodoviário	C. Grande	17.383
Gasolina A	Rodoviário	Outros	22
Total Gasolina A			158.703
Diesel	Rodoviário	Goiânia	193.608
Diesel	Rodoviário	Paulínia	397.259
Diesel	Rodoviário	C. Grande	53.962
Diesel	Rodoviário	Uberlândia	40.081
Diesel	Rodoviário	Alto Taquari	1.385
Diesel	Rodoviário	Outros	290
Total Diesel			686.585

	(m3)	(%)
OPG RGC	233.983	27,7%
RPC	496.652	58,8%
FPCG RCGC	71.344	8,4%
Outros	43.309	5,1%